6. Übungseinheit

Kompression – Transformationsverfahren

Die effizientesten Algorithmen zu Bildkompression, z.B. das JPEG Verfahren, beruhen auf der Transformation von Bildern in ihre zugeordneten Frequenzkomponenten. Das Bild wird als eine Überlagerung von Schwingungen mit steigender Frequenz interpretiert; die Schwingungen mit hohen Frequenzen sind für kleine Details verantwortlich, die Grobstruktur des Bildes wird durch die tiefen Frequenzen bestimmt. Der außerordentliche Kompressionsgrad wird durch das Weglassen bestimmter Frequenzen erreicht, die nicht wesentlich zum Erkennen des Bildes beitragen.
Eine häufig verwendete Familie von Schwingungen sind *cosinus*-Schwingungen, die in der *Diskreten Cosinustransformation (**DCT**)* Verwendung finden. Die Schwingungen haben die Grundform:

$$f(x,y) = \cos(\omega_x x + \omega_y y)$$

$$\omega_x = \frac{2\pi}{N_x} n_x \qquad \omega_y = \frac{2\pi}{N_y} n_y$$

Die Kreisfrequenzen $\omega_{x,y}$, bestimmen die Anzahl der Schwingungen $n_{x,y}$ innerhalb des Bildes der Größe N_x x N_y Pixel.

Grundlegende Schwingungen

- Erzeugen Sie jeweils auf einer Matrix der Größe 256x256 eine Schwingung mit unten angegebenen Anzahl von Maxima in *x*- und *y*-Richtung:

    - (2/5)
    - (3/1)
    - (0/0)
    - (0,4)
    - (6/6)

- Stellen Sie die Schwingungen mittels *imagesc()* und *mesh()* dar.
- Eine Schwebung ist ein bekanntes Phänomen aus der Akustik. Werden zwei Stimmgabeln mit geringfügig unterschiedlicher Frequenz angeschlagen, so entsteht ein auf- und abschwellender Ton. Der Frequenzunterschied (in Hz) entspricht genau der Anzahl der Schwebungen pro Sekunde. Wir versuchen eine solche Schwebung zu simulieren.

    - Überlagern (addieren) Sie zwei Schwingungen mit den Perioden
        - (0/7) und (0/8)
        - (1/7) und (1/8)

Diskrete Cosinus Transformation (DCT)

- Transformieren Sie ein beliebiges Grauwertbild mittels DCT. Verwenden Sie dazu die Funktion *dct2().* Ein RGB-Bild wird mittels der *rgb2gray()* in ein Grauwertbild umgewandelt. Beachten Sie bei der DCT den Datentyp des Bildes!
- Stellen Sie die Koeffizienten bildhaft dar. Versuchen Sie auch eine logarithmische Darstellung der Koeffizienten [*log()*].
- Setzen Sie den ersten Koeffizienten der Matrix, i.e. der Koeffizient links oben mit den Indices *(1,1)* Null und führen Sie die Rücktransformation mittels *idct2()* durch. Stellen Sie das erhaltene Bild dar. Der Koeffizient *(1,1)* entspricht der Frequenz *(0/0),* also keiner Schwingung und wird deshalb auch im „Signalverarbeiterjargon“ als Gleichstromwert bezeichnet.
- Bedeutung der Frequenzen
    - Erzeugen Sie eine Maske gleicher Größe wie die Koeffizientenmatrix, in der Sie im Bereich der tiefen Frequenzen (um den Gleichstromwert) eine rechteckige Region mit Einsen einschreiben. Multiplizieren Sie die Maske elementweise mit den Koeffizienten und Führen Sie eine Rücktransformation durch. Welche Effekte sehen Sie auf dem Bild?
    - Führen Sie das Experiment (Tiefpassfilter) analog mit verschiedenen Maskengrößen durch.
    - Erzeugen Sie eine Maske für einen Hochpassfilter. Hinweis, Sie können durch einfache Subtraktion aus einer Tiefpass-Maske eine Hochpassmaske erzeugen: *HP=1-TP*
    - Testen Sie verschiedene Hochpassfilter.

Transformationsmethode

In diesem Abschnitt wird der Kompressionsschritt des JEPG-Verfahrens für den Grauwertkanal eines Bildes untersucht.

- Laden Sie ein beliebiges Bild und wandeln Sie es in ein Grauwertbild um [*imread(), rgb2gray ()*] .
- Teilen Sie das Bild in 8x8 Subimages ein, etwaige überstehende Bereiche können vernachlässigt werden. Die folgenden Schritte beziehen sich auf diese Subimages.
- Führen Sie die DCT durch [*dct2()*].
- Quantisierung mittels der JPEG-Maske aus der Vorlesung.
- Bestimmen Sie den Grad der Kompression indem Sie den relativen Anteil der Nullen an der Gesamtzahl der Koeffizienten bestimmen.
- Rekonstruieren Sie das Bild aus den quantisierten Koeffzienten
    - Multiplikation mit der Quantisierung smaske
    - inverse DCT [*idct2()*]
    - Zusammensetzen des Gesamtbildes aus den 8x8 Kacheln
    - Darstellung des Bildes