

---

Übung zur Vorlesung  
**Rechnersehen 1**

**Übungsblatt 4: Bildrestauration**  
**Rangordnungsoperatoren, inverse Filterung**

---

**Aufgabe 1** Generische Rangordnungsoperatoren (3 Punkte)

Neben den linearen Filtern bzw. der Faltung stellen die *Rangordnungsoperatoren* eine weitere Klasse von Bildoperatoren dar. Dabei wird ähnlich zur Faltung im Ortsbereich ein Fenster über das Bild geschoben. Im Gegensatz zum linearen Filtern werden jedoch die Pixel nach Grauwerten sortiert und im Folgenden die aus dieser Ordnung resultierenden Ränge betrachtet, um das Ergebnis der Operation zu bestimmen.

Implementieren Sie die Operatoren *Minimum-*, *Maximum-* und *Medianfilter*, die für den aktuell betrachteten Pixel jeweils den ersten, letzten oder mittleren Wert der sortierten Folge setzen. Testen sie verschiedene Filtergrößen ( $3 \times 3$ ,  $5 \times 5$ , ...) und interpretieren sie die Ergebnisse! Was bewirken die Filter jeweils?

**Aufgabe 2** Adaptiver Medianfilter (3 Punkte)

Der Medianfilter aus der vorangegangenen Aufgabe eignet sich besonders, um *Salt-and-Pepper-Rauschen* zu beseitigen. Scharfe Kanten bleiben dabei zwar erhalten, Ecken werden jedoch gestört. Eine Erweiterung, die noch spezieller auf die Rauschelimination ausgerichtet ist und dabei Ecken weniger beschädigen soll, ist der *adaptive Medianfilter*.

Dabei werden nicht nur Median  $z_{med}$ , sondern auch minimaler  $z_{min}$  und maximaler Grauwert  $z_{max}$  sowie der aktuelle Grauwert  $z_{xy}$  eines Fensters berücksichtigt. Folgender Algorithmus wird angewendet:

```
Level A:  A1 =  $z_{med} - z_{min}$ 
          A2 =  $z_{med} - z_{max}$ 
          If  $A1 > 0$  and  $A2 < 0$ , Goto Level B
          Else increase the window size
          If window size  $\leq S_{max}$  repeat Level A
          Else output  $z_{med}$ 
Level B:  B1 =  $z_{xy} - z_{min}$ 
          B2 =  $z_{xy} - z_{max}$ 
          If  $B1 > 0$  and  $B2 < 0$  output  $z_{xy}$ 
          Else output  $z_{med}$ 
```

In Stufe A wird sichergestellt, dass der Median selbst kein Minimum oder Maximum im aktuellen Fenster ist, da dies dazu führen würde, ein verrauschtes Pixel zu vervielfältigen. In Stufe B wird sichergestellt, dass der Median nur angewendet wird, um solche verrauschten Pixel zu eliminieren.

Implementieren Sie den adaptiven Medianfilter und testen Sie Ihre Implementierung auf geeigneten Beispielen! Für stark verrauschte Bilder empfiehlt sich auch eine mehrfache Anwendung dieses Filters.

### Aufgabe 3 Inverse Filterung

(4 Punkte)

Ist die einem aufgenommenen Bild  $g = (f * h) + n$  zugrundeliegende Störfunktion  $h$  und deren Fouriertransformierte  $H = \mathcal{F}(h)$  bekannt, so kann mittels *inverser Filterung* die Fouriertransformierte des Originalbildes  $f$  rekonstruiert werden:

$$\hat{F}(u, v) = \frac{G(u, v)}{H(u, v)}. \quad (1)$$

Dabei ist

$$\hat{F}(u, v) = F(u, v) + \frac{N(u, v)}{H(u, v)} \quad (2)$$

weiterhin durch einen unbekannten additiven Rauschprozess  $n$  gestört.

Modellieren Sie einen selbstgewählten Störprozess (beispielsweise die durch Bewegung der Kamera während der Bildaufnahme erzeugte Bewegungsunschärfe oder atmosphärische Störungen, siehe Vorlesungsfolien) und simulieren Sie dessen Auswirkungen auf einigen Beispielbildern!

Versuchen Sie nun, mittels inverser Filterung das Originalbild zu rekonstruieren! Wiederholen Sie diesen Versuch mit verschiedenen den eigentlichen Störprozess begleitenden Rauschprozessen und variieren Sie deren Intensitäten! Beschreiben und erklären Sie Ihre Beobachtungen!

**Viel Spaß und Erfolg!**