

# Elementare Bildverarbeitungsoperationen

## - Lineare Filterung -

- 1 Einführung
- 2 Definition der Faltung
- 3 Beispiele linearer Filter
- 4 Diskussion
- 5 Ausblick: nichtlineare Filterung
- 6 Literatur

## 1 Einführung

- **Graustufenbild**  $f: [0, M] \times [0, N] \cap \mathbb{Z}^2 \mapsto [0, 255] \cap \mathbb{Z}, (x, y) \rightarrow f(x, y)$

	0	1	2	3	4	5	6	M=7→x
0	111	100	121	168	189	255	165	143
1	88	78	82	190	99	201	111	167
2	76	56	65	153	132	167	156	159
3	72	53	60	186	156	108	132	107
4	101	97	178	160	122	123	170	85
5	124	146	190	205	188	179	154	97
6	143	156	253	238	176	148	167	109
N=7	167	189	205	176	144	175	199	154
								y

- **Pixel**  $(x, y)$
- **Nachbarschaft**  
⇒ Nachbarschaftsoperationen
- **Anwendungen:**
  1. Erkennung von Bilddetails
  2. Rekonstruktion von Bildern

## 2 Definition der Faltung

$$g(x, y) = (h * f)(x, y) := \sum_{k=-n}^n \sum_{j=-m}^m h(j, k) f(x - j, y - k),$$

falls  $m \leq x \leq M - m$  und  $n \leq y \leq N - n$

$$g(x, y) = (h * f)(x, y) := 0, \quad \text{sonst}$$

## Beispiel:

..	..	..	..	..
..	65	153	132	..
..	60	186	156	..
..	178	160	122	..
..	..	..	..	..

$3 \times 3$ -Nachbarschaft von  $(3, 3)$

d.h.  $m = n = 1$

	-1	0	+1 → j
-1	-1	0	1
0	-2	0	2
+1	-1	0	1
↓ k			

Filter(matrix)  $h(j, k)$

d.h.  $g(x, y) =$  "gewichtete Summe der  $f(x, y)$  in einer Nachbarschaft"

**Merke:** Die Faltung ist linear!

### Motivation:

Was bedeutet eigentlich Filterung in der Bildverarbeitung?

- Zielsetzungen: Schärfen des Bildes oder auch Verwischung
- Beispiel: Hi-Fi Anlage mit Bass- und Höhenregelung  
⇒ 2 Arten linearer Filter:
  1. Low pass filter (Niederpassfilter)
  2. High pass filter (Hochpassfilter)
- Modifikation des High pass filters ⇒ High frequency emphasis

## 3 Beispiele linearer Filter

	Low pass filtering	High pass filtering	High frequency emphasis
Aussehen	$h_{ij} > 0$	$h_{ij} \in \mathbb{R}$	$h_{ij} \in \mathbb{R}$
Wirkung	Filterung der hohen Frequenzen	Filterung der niedrigen Frequenzen	Verknüpfung des Originalbildes mit dem Ergebnis eines High pass filters

	Low pass filtering	High pass filtering	High frequency emphasis
Eigenschaften	Reduzierung von Bildrauschen, aber gleichzeitig Verwischung von Details	Hervorhebung der Hochfrequenzbereiche, aber u.U. auch Verstärkung von Bildrauschen	Betonung der hohen Frequenzen relativ zu den niedrigen
Anwendung	Glätten bzw. Verwischen des Bildes	Erkennung von Bildbereichen mit starken Änderungen	Schärfung von Bildern

### 4 Diskussion

#### Auftretende Probleme bei der Verwendung linearer Filter:

1. Erzeugung eines Bildes desselben Datentyps

Lösung:

- Normierung
- Mapping

2. gleiche Operation auf (fast) sämtlichen Pixeln

Lösung: **Adaptive Filter**

⇒ Filter abhängig von lokalen Bildgegebenheiten

### 3. Vorgehen am Bildrand

Lösung:

- Kopie der Randpixel des Eingabebildes
- Abschneiden des Bildes
- Abschneiden des Filters
- Spiegelung
- Periodisierung



### 5 Ausblick: Nichtlineare Filterung

#### Motivation

- Faltung nur eine Möglichkeit für Filterung
- verschiedene nicht-lineare Vorgehensweisen
- weniger wichtig für praktische Anwendungen
- große Klasse: **Rang-Filter** ↷ Ordnungsstatistiken
- Mischungen von linearen und nicht-linearen Filtern: **Hybrid-Filter**

### 1. Rang-Filter (Rank filtering)

- Median-Filter  
Wirkung: Beseitigung bestimmter Arten von Störungen
- Minimum-Filter  
Wirkung: Verdunkelung des Bildes
- Maximum-Filter  
Wirkung: Erhellung des Bildes
- Range-Filter  
Wirkung: Erhellung von Gebieten mit hohen Änderungen in den Graustufen bzw. Verdunkelung von Gebieten mit geringen Variationen

### 2. Hybrid-Filter

- klassisches Beispiel: **eingeschränkter Mittelwertfilter**

$$\frac{1}{n^2 - 2\alpha} \sum_{i=\alpha+1}^{n^2-\alpha} f_i$$

wobei  $0 \leq \alpha \leq \frac{n^2-1}{2}$  und  $f_1 \leq f_2 \leq \dots \leq f_{n^2}$

- $\alpha = 0$ : reiner Mittelwert-Filter
- $\alpha = \frac{n^2-1}{2}$ : Median-Filter
- $0 \leq \alpha \leq \frac{n^2-1}{2}$ : Kombination von Mittelwert- und Median-Filter

Wirkung: bessere Beseitigung von Rauschen

### 6 Literatur

- N. Efferd, *Digital Image Processing: A Practical Introduction using Java*, Addison-Wesley, 2000
- B. Jähne, *Digital Image Processing: Concepts, Algorithms and Scientific Applications*, Springer-Verlag, 2002
- D. A. Lyon, *Image Processing in Java*, Prentice Hall, 1999
- P. Soille, *Morphological Image Analysis: Principles and Applications*, Springer-Verlag, 1998