



INTELLIGENTE DATENANALYSE IN MATLAB

Bildanalyse

Literatur

- David A. Forsyth: *Computer Vision – A Modern Approach*.
- Mark S. Nixon und Alberto S. Aguado: *Feature Extraction and Image Processing*.
- Ulrich Schwanecke: Vorlesung *Echtzeit Bildverarbeitung* an der FH Wiesbaden.

<http://www.mi.fh-wiesbaden.de/~schwan/Vorlesungen/RIP>

Motivation

- Bildanalyse notwendig für zahlreiche Anwendungen:
 - Suche nach Bildern mit/ohne Textbeschreibung (Tags).
 - Suche nach ähnlichen Bildern bzw. Clustern von Bildern.
 - Partitionierung bzw. Identifizieren von Objekten in einem Bild (z.B. Gesichter, Buchstaben/Zahlen, Barcode).
 - Klassifikation dieser Objekte (z.B. OCR).
 - Rekonstruktion von 3D-Objekten aus mehreren Bildern.
 - Bildbearbeitung und -kompression (z.B. Entfernen von Störungen, Vermeidung von Artefakten).

Problemstellung

- Bildanalyse = Datenvorverarbeitung von Bildern.
- Gegeben: Bilder, d.h. Matrizen mit Grau-/Farbwerten.
- Gesucht: Numerische Attribute welche das Bild möglichst gut beschreiben.
 - Um Ähnlichkeit zwischen Bilder zu bestimmen,
 - Um Bilder zu Partitionieren usw.
- Betrachten nur Feature-Extraktion.
 - Weitere Datenanalyse basiert auf diesen Features.

Feature-Extraktion

□ Beispiel:



Farben

- Punktbasierte Statistik 1. Ordnung:
 - Helligkeit.
 - Kontrast.
 - Verteilung/Histogramm.
 - Entropie/Anisotropiekoeffizient.
- Punktbasierte Statistik 2. Ordnung:
 - Co-Occurrence-Matrix.
- Berechnung pro Kanal bei farbigen (mehrkanaligen) Bildern.

Farben

Punktbasierte Statistik 1. Ordnung

- Helligkeit:
 - Mittlerer Grauwert.



$$\mu_g = 92,59$$



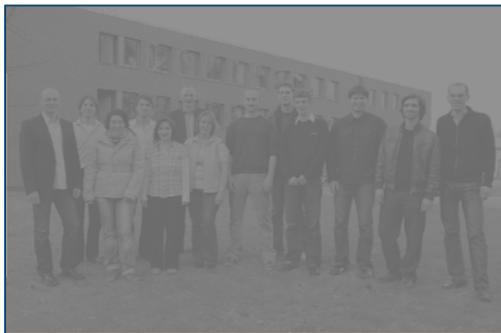
$$\mu_g = 153,32$$

Farben

Punktbasierte Statistik 1. Ordnung

□ Kontrast:

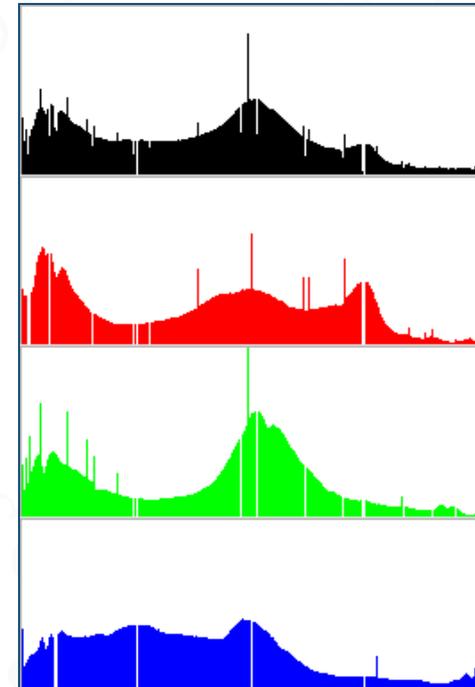
- Globaler Kontrast = Maximaler Unterschied zwischen Grauwerten eines Bildes.
- Lokaler Kontrast = Maximaler Unterschied zwischen Grauwerten benachbarter 4 (bzw. 8) Pixel.
- Mittlere quadratische Abweichung (Varianz).



Farben

Punktbasierte Statistik 1. Ordnung

- Verteilung/Histogramm:
 - Wahrscheinlichkeitsdichte für Farb-/Grauwerte.

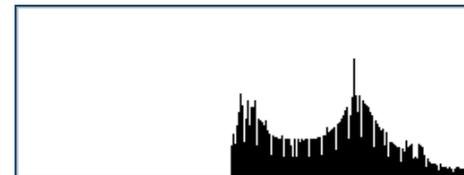


Farben

Punktbasierte Statistik 1. Ordnung

□ Verteilung/Histogramm:

- Bei dunklem Bild mit wenig Kontrast viele kleine Grauwerte.
- Bei hellem Bild mit wenig Kontrast viele große Grauwerte.
- Bild mit vorwiegend einem dunklen und einem hellen Bereich erzeugt Histogramm mit zwei lokalen Maxima.



□ Informationsgehalt:

□ Entropie:

$$H = - \sum_{g=0}^{2^{bit}} p(g) \log p(g)$$

Relative Häufigkeit
des Grauwerts g

- Durchschnittliche Anzahl benötigter Bits (0 bis bit) für Pixelmenge.
- Maß für maximale Kompression durch Reduktion von Signalredundanz.

□ Anisotropiekoeffizient:

$$\alpha = \frac{- \sum_{g=0}^k p(g) \log p(g)}{H}$$

Entropie der 50%
kleinsten Grauwerte

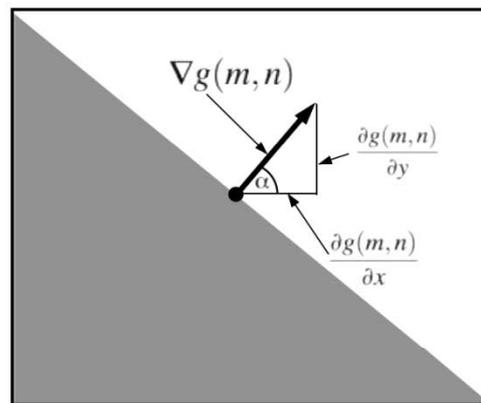
wobei k der kleinstmögliche Grauwert ist mit $\sum_{g=0}^k p(g) \geq 0,5$.

- Maß für die Symmetrie eines Histogramms.

Kanten & Flächen

Kantenerkennung

- Erste Ableitung einer zweidimensionalen Grauwertfunktion f ist ein Vektor (Gradient)
 - ▣ Dessen Richtung orthogonal zur Kante verläuft,
 - ▣ Der von „dunkel“ nach „hell“ zeigt, und
 - ▣ Dessen Länge ein Maß für die „Kantenstärke“ ist.



$$\nabla g(m,n) = \begin{pmatrix} \frac{\partial g(m,n)}{\partial x} \\ \frac{\partial g(m,n)}{\partial y} \end{pmatrix}$$

$$\alpha = \arctan \left(\frac{\frac{\partial g(m,n)}{\partial y}}{\frac{\partial g(m,n)}{\partial x}} \right)$$

$$(\alpha = \text{atan2}(g_y, g_x))$$

Kanten & Flächen

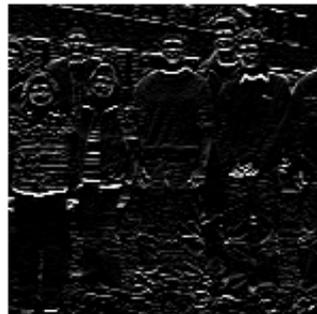
Kantenerkennung

- Approximation der 1./2. Ableitung an einer Position im Bild durch Differenzen zu benachbarten Grauwerten:
 - ▣ Erkennung mittels erster Ableitung (z.B. Prewitt-, Sobel-Filter).
 - ▣ Erkennung mittels zweiter Ableitung (z.B. Laplace-, LoG-Filter).

original



prewitt



sobel



LoG



Kanten & Flächen

Glättung

- Grauwert an einer Position im Bild ist mittlerer Grauwert benachbarter Pixel:
 - Rechteck-Filter.
 - Gauß-/Binomial-Filter.

original



Rechteck



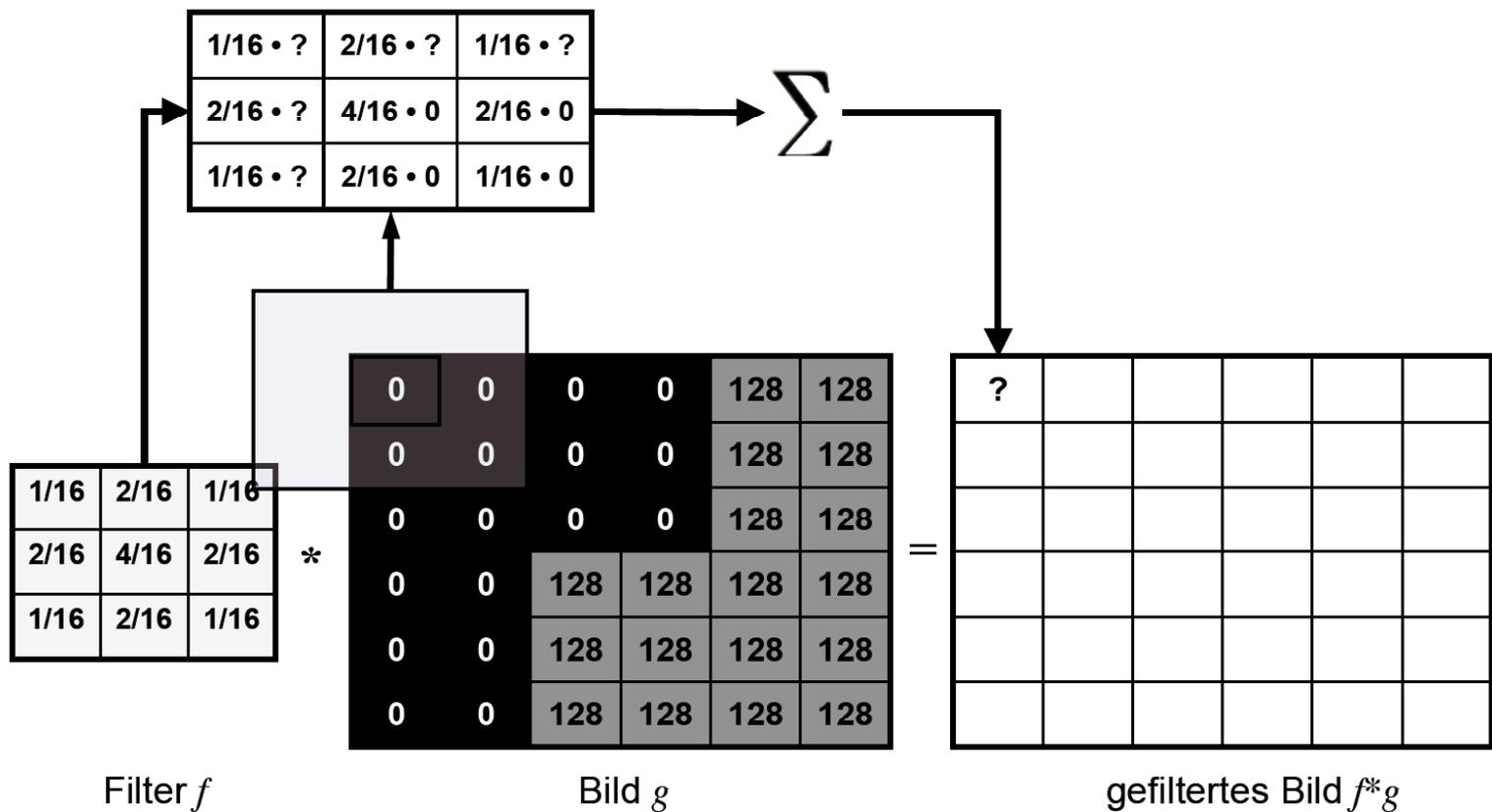
Gauss



Muster & Texturen

Konvolution

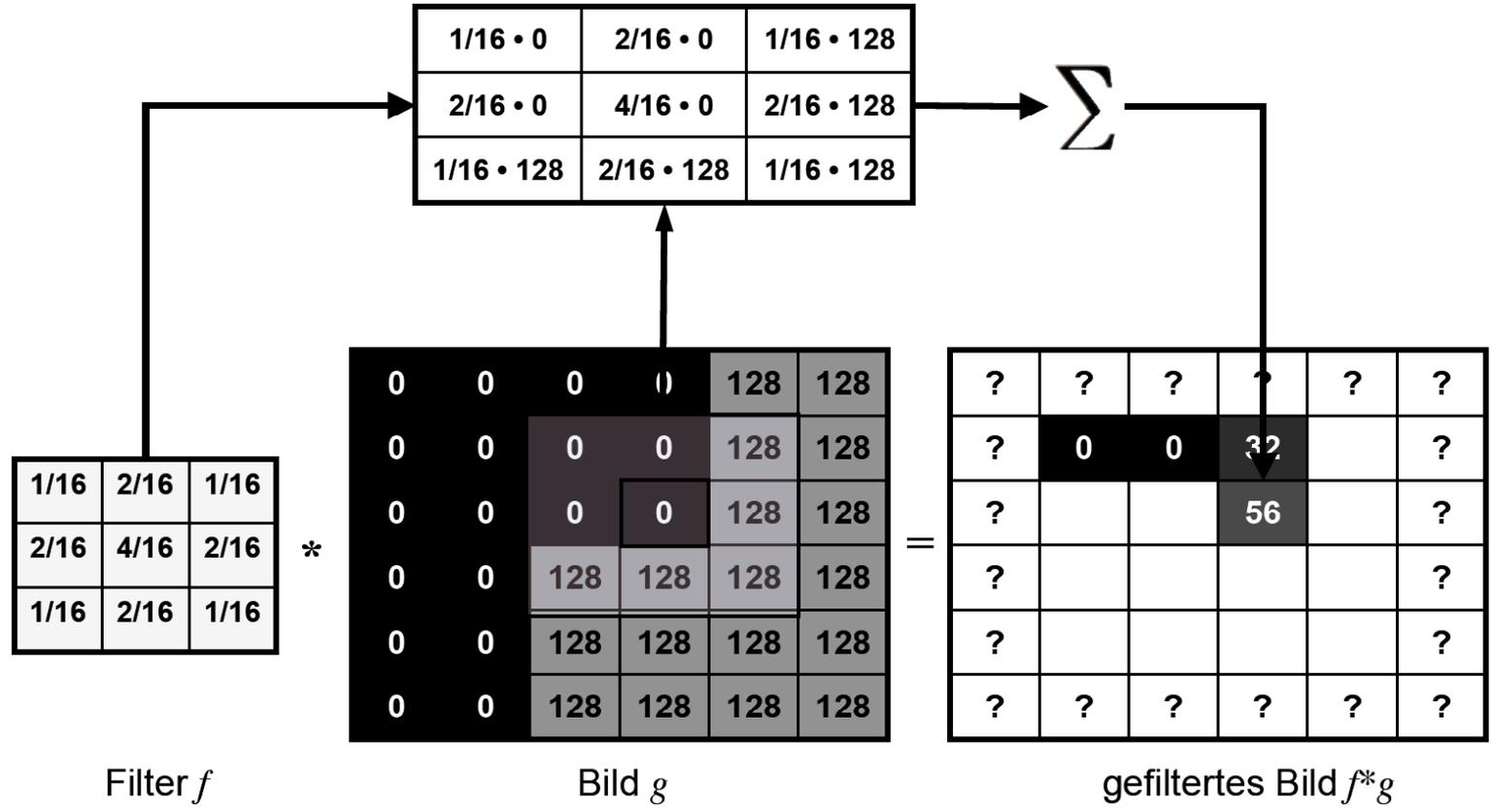
- Konvolution (Faltung) = Anwenden eines Filters:



Muster & Texturen

Konvolution

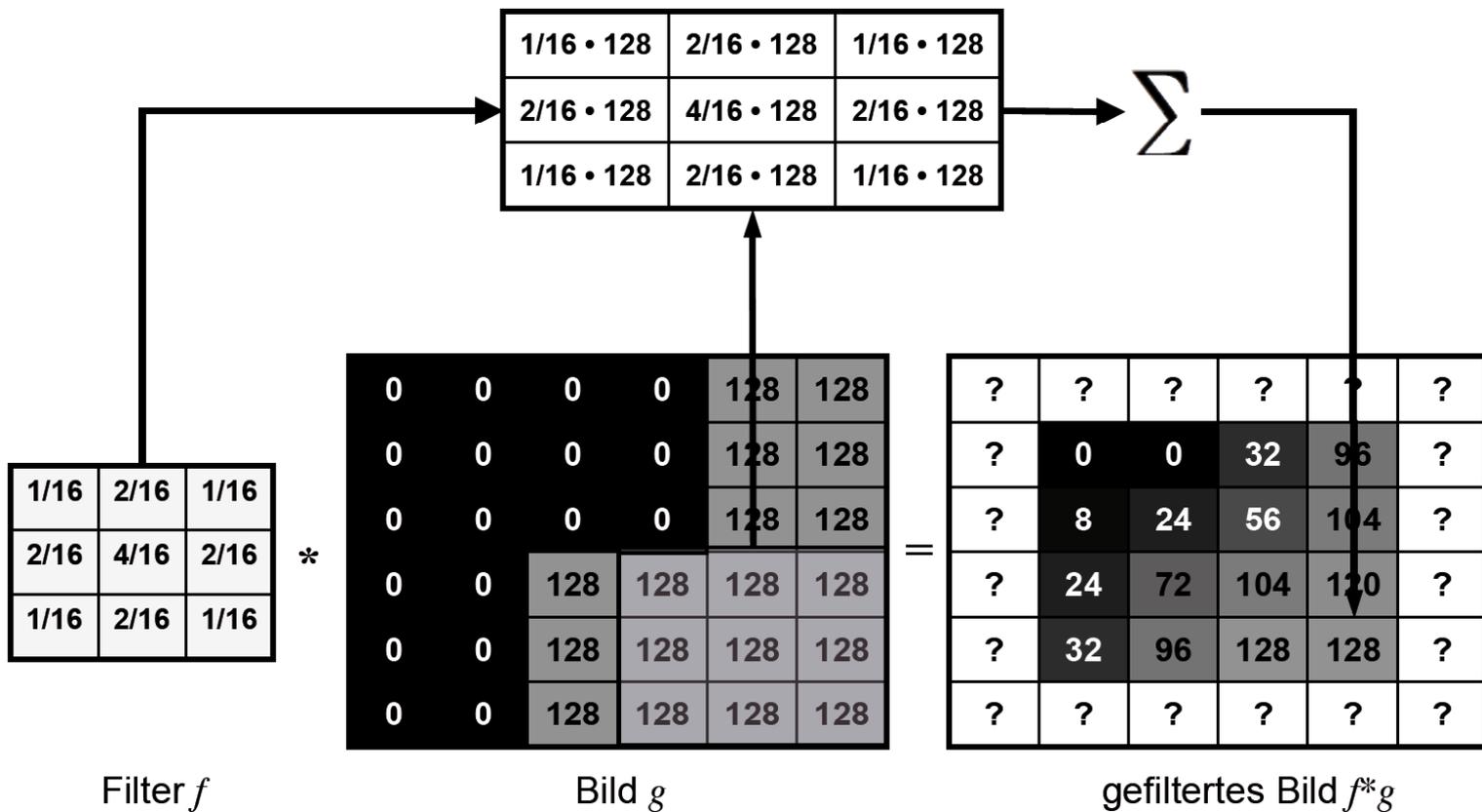
□ Konvolution (Faltung) = Anwenden eines Filters:



Muster & Texturen

Konvolution

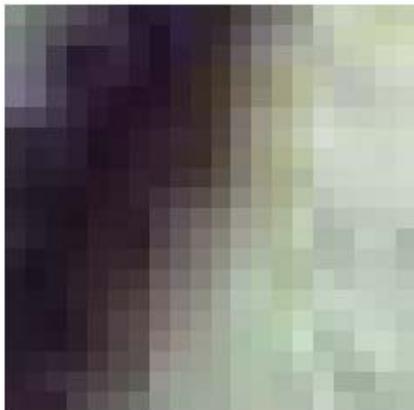
- Konvolution (Faltung) = Anwenden eines Filters:



Muster & Texturen

Konvolution

- Beispiel für Anwendung eines Textur-Filters:



Zusammenfassung

- Extraktion von Farbinformationen:
 - Punktbasierte Statistik 1. und 2. Ordnung.
- Informationen über Kanten & Flächen:
 - Kantenerkennung/-verstärkung/-filterung.
 - Glättung/Rauschfilter.
- Muster & Texturen (Anwenden von allgemeinen Filtern):
 - Konvolution.
- Weitere Informationen über Form, Frequenzen usw.:
 - Hough-Transformation.
 - Fourier-Transformation.
 - ...