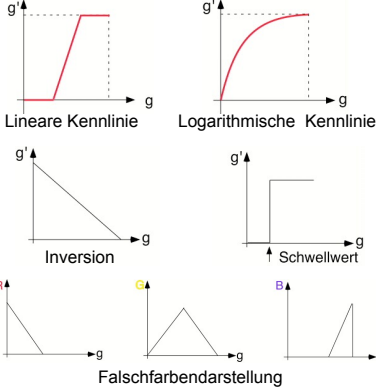


Bildgebende Verfahren in der Medizin - Bildverarbeitung -

Punktoperationen

$$g'(x,y) = f(g(x,y))$$

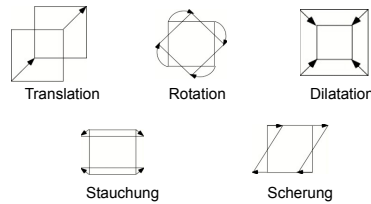
Alle Punkte werden gleichbehandelt, unabhängig vom Ort (x,y)



Geometrische Transformation

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & t_x \\ a_{21} & a_{22} & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

Homogene Koordinaten



Elastische Transformation - Image Warping -

$$T \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_i \\ y'_i \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix} : \text{Ankerpunkte}$$

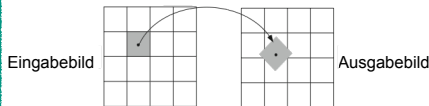
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_1(x,y) \\ R_2(x,y) \end{bmatrix}$$

$$R_k(x,y) = \sum_{x=1}^N b_k g(r) = \sum_{x=1}^N b_k g\left(\sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}\right)$$

Zum Beispiel: $g(r) = \exp(-r^2/\sigma^2)$

Interpolation

Geometrische Abbildung auf ein neues Pixelraster



2D Lineare Interpolation

$$\begin{aligned} g_{12} &= g_1 + \frac{x-x_1}{x_2-x_1}(g_2-g_1) \\ g_{34} &= g_3 + \frac{x-x_1}{x_2-x_1}(g_4-g_3) \\ g(x,y) &= g_{12} + \frac{y-y_1}{y_2-y_1}(g_{34}-g_{12}) \end{aligned}$$

Faltungsfilter

Filtermaske

w_1	w_2	w_3
w_4	w_5	w_6
w_7	w_8	w_9

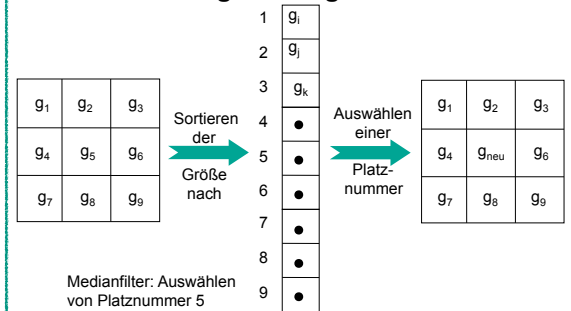
$$\tilde{g}(x,y) = w_1 \cdot g(x-1, y+1) + w_2 \cdot g(x, y+1) + w_3 \cdot g(x+1, y+1) + w_4 \cdot g(x-1, y) + w_5 \cdot g(x, y) + w_6 \cdot g(x+1, y) + w_7 \cdot g(x-1, y-1) + w_8 \cdot g(x, y-1) + w_9 \cdot g(x+1, y-1)$$

Alle Faltungsfilter sind linear und verschiebungsinvariant. Das heißt: es gibt eine Systemübertragungsfunktion $H(u,v)$, die den Faltungsfilter vollständig beschreibt. $H(u,v)$ ist die Fouriertransformierte der Maske.

Laplacefilter: $L_1 =$

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

Rangordnungsfilter



Wiener Filter

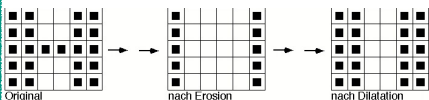
$$\hat{F}(u,v) = \left[\frac{G(u,v)}{H(u,v)} \cdot \frac{|H(u,v)|^2}{|H(u,v)|^2 + \frac{NPS(u,v)}{SPS(u,v)}} \right] \text{ mit: } \begin{aligned} NPS(u,v) &= \text{Rauschleistungsspektrum} \\ SPS(u,v) &= \text{Signalleistungsspektrum} \end{aligned}$$

Erosion und Dilatation

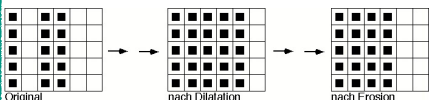
Erosion: Rangordnungsfilter mit dem kleinsten Grauwert

Dilatation: Rangordnungsfilter mit dem größten Grauwert

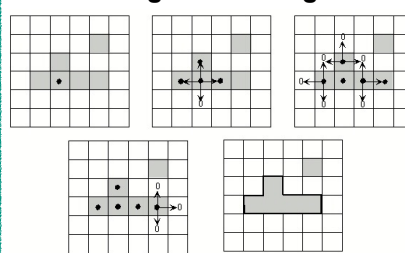
Opening



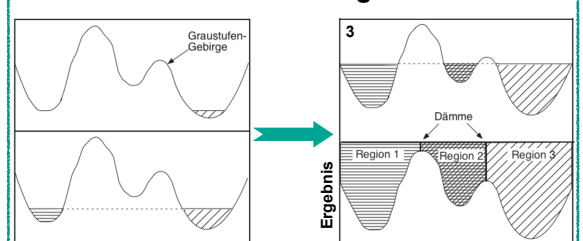
Closing



Region Growing



Wasserscheiden-Algorithmus



Bewegungs- und Verschiebungsanalyse

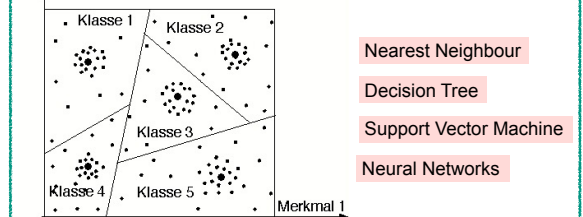
- Optischer Fluss
- Entropiebasierte Ähnlichkeitsmaße
- Korrelation, z.B. Kreuzkorrelation

$$r(x',y') = \frac{\iint f_1(x,y) \cdot f_2(x+x', y+y') dx dy}{\left[\iint f_1^2(x,y) dx dy \iint f_2^2(x,y) dx dy \right]^{1/2}}$$

Klassifizierung - Auswahl von Merkmalen

- Häufigkeit von bestimmten Grauwerten in einem Gebiet **Histogramm**
- Schwankungsbreite der Grauwerte in einem Gebiet **FFT, Wavelet-Trafo**
- Textur in einem Gebiet **Form**
- Schwerpunkt und Trägheitsmomente **Form**

Klassifikation im Merkmalsraum



Verständnisfragen

- Welcher Filter wird zur Kantendetektion von verrauschten Bildern verwendet und wie sieht die entsprechende Filtermaske aus?
- Kann der Medianfilter als komplexe Übertragungsfunktion angegeben werden? Wenn ja, wie sieht der Filterkern aus?
- Was ist der Vorteil des Medianfilters im Vergleich zum Mittelwertfilter bei Salz- und Pfefferartefakten?
- Nebenstehend rechts ist die Abbildungsmatrix der Funktion $g(x,y) = x^4 + y^2 + 5$ im Bereich $x,y \in \{-2,-1,0,1,2\}$ abgebildet. Berechnen Sie die 2D-Interpolation des Punktes $(0,3 | 1,2)$ und vergleichen Sie das Ergebnis mit dem eigentlichen Funktionswert. Wie könnte man die auftretende Differenz verringern?
- Erklären Sie den Wasserscheiden- und den Region-Growing Algorithmus. Was ist die Schwachstelle von Region-Growing und wie kann sie vermieden werden?
- Wie viele korrespondierende Punktpaare benötigen Sie für die Definition einer a) starren (rigiden), b) affinen und c) beliebigen elastischen Transformation?

y_2	25	10	9	10	25
y_1	22	7	6	7	22
y_0	21	6	5	6	21
y_{-1}	22	7	6	7	22
y_{-2}	25	10	9	10	25
	x_{-2}	x_{-1}	x_0	x_1	x_2