

Aufgabenstellungen:	Übungen_01	http://www.uni-forst.gwdg.de/~wkurth/bia_ub01.pdf
	Übungsblatt_01	http://www.uni-forst.gwdg.de/~wkurth/bia20_ue01.pdf

Aufgabe U2:

Schritt #1: Histogrammeinebnung – Einblick in die Anwendung

Quelle: OpenCV



Effekt = Bildverbesserung (Kontrasterhöhung) durch Spreizung von Farbintensitätsbereich

Schritt #2: Spreizung – benötigte Eigenschaften unseres Punktoperators $T(w)$

Eigenschaft	Begründung
Für jeden Intensitätswert w , $T(w)$ liefert genau einen einzigen Ausgangswert	$T(w)$ sollte umkehrbar sein [warum? – Hausaufgabe_1_von_3]
$T(w)$ ist eine monoton steigende Transformation	
$\forall w: 0 \leq T(w) \leq 1$	transformierte Intensitätswerte bleiben im selben Wertebereich

Beispiele von geeigneten Transformationen ($[w_{min}; w_{max}]$ entspricht dem Wertebereich des Bildes, $[W_{MIN}; W_{MAX}]$ – unterstützter Farbtiefe/Helligkeitsabstufungen pro Kanal):

$$T(w) = \left[\frac{w - W_{min}}{W_{max} - W_{min}} \cdot W_{MAX} \right] \qquad T(w) = [H_c(W) \cdot W_{MAX}]$$

Aufgabe U2:

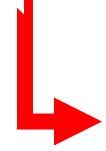
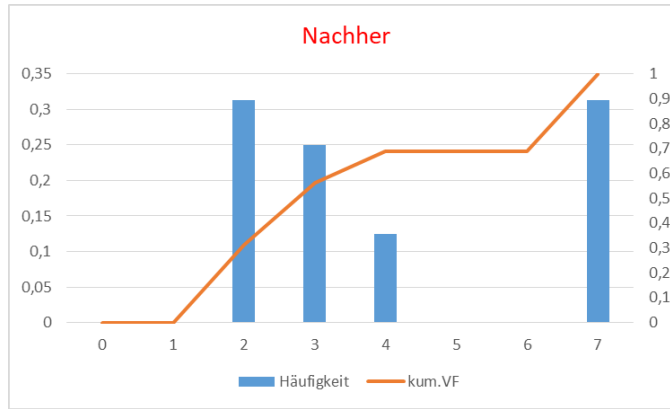
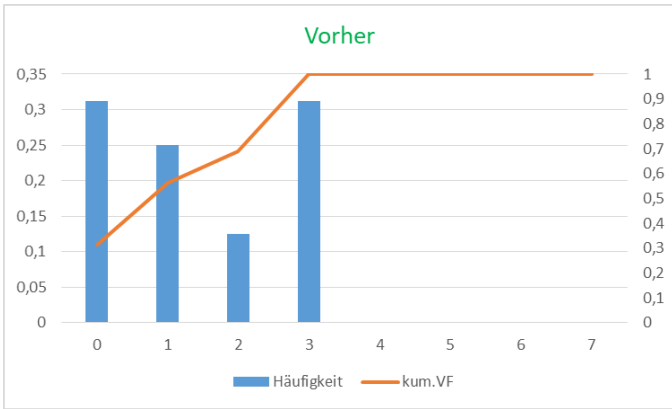
Schritt #3: Einebnung durchführen:

0	3	1	3
2	0	0	3
3	3	0	0
2	1	1	1



w	$h_{abs}(w)$	$h_{rel}(w)$	$H_c(w)$	$T(w) = H_c(w) \cdot W_{MAX}$	$s = \lfloor T(w) \rfloor$	$h_{abs}(s)$	$h_{rel}(s)$
0	5	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16} = \frac{5}{16}$	$\frac{5}{16} \cdot 7 = 2 \frac{3}{16}$	2	5 = 5	$\frac{5}{16}$
1	4	$\frac{4}{16}$	$\frac{5}{16} + \frac{4}{16} = \frac{9}{16}$	$\frac{9}{16} \cdot 7 = 3 \frac{15}{16}$	3	4 = 4	$\frac{4}{16}$
2	2	$\frac{2}{16}$	$\frac{9}{16} + \frac{2}{16} = \frac{11}{16}$	$\frac{11}{16} \cdot 7 = 4 \frac{13}{16}$	4	2 = 2	$\frac{2}{16}$
3	5	$\frac{5}{16}$	$\frac{11}{16} + \frac{5}{16} = 1$	$1 \cdot 7 = 7$	7	5 = 5	$\frac{5}{16}$

Schritt #4: Histogramme vergleichen



2	7	3	7
4	2	2	7
7	7	2	2
4	3	3	3


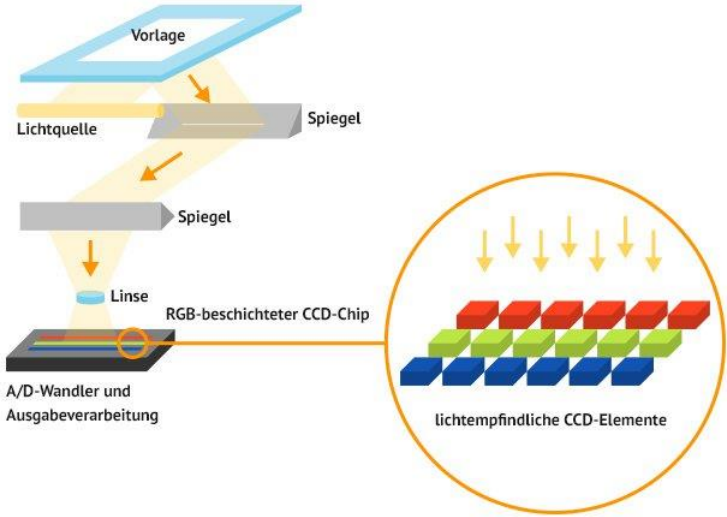
Schritt #5: weitere Schritte & Ansätze

- man kann geeignete Transformationen verketteten um etwas feinere/gleichmäßigere Verteilung von Intensitätswerten zu bekommen
- im kontinuierlichen Fall erreicht man eine perfekte Histogrammeinebnung, also die Gleichverteilung von transformierten Intensitätswerten über $[w_{MIN}; w_{MAX}]$ (**Hausaufgabe_2_von_3 – beweist es für $S = T(W) = w_{MAX} \cdot \int_0^w p_W(x) dx$, wobei $\int_0^y p_S(x) dx =$ die Wahrscheinlichkeit, dass $0 \leq S \leq y$**)
- beim **adaptiven Histogrammausgleich** sowie bei seiner optimierten Version, **kontrastbegrenztem Histogrammausgleich**, werden mehrere Histogramme für Bilderabschnitte berechnet, um lokalen Kontrast zu verbessern

Aufgabe 1:

Schritt #1: Funktionsweise in groben Zügen verstehen

Quelle: aroundoffice.de

Vorlage – Dia(positiv)	(Lineare) CCD Scanner
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p style="font-size: 2em; margin: 0;">— BREITE —</p> <p style="font-size: 2em; margin: 0;">HÖHE —</p> </div>  </div>	

Schritt #2: Längeneinheiten vereinheitlichen – Millimeter in Mikrometer umrechnen

1 mm = 1000 μm

Dia		Rasterelement aka Bildpunkt aka Pixel	
Höhe	$24 \text{ mm} = 24 \cdot 10^3 \mu\text{m} = \frac{24 \cdot 4}{4} \cdot 10^3 \mu\text{m}$	$25 \mu\text{m} = \frac{1}{4} \cdot 10^{-1} \cdot 10^3 \mu\text{m}$	Höhe
Breite	$36 \text{ mm} = 36 \cdot 10^3 \mu\text{m} = \frac{36 \cdot 4}{4} \cdot 10^3 \mu\text{m}$	$25 \mu\text{m} = \frac{1}{4} \cdot 10^{-1} \cdot 10^3 \mu\text{m}$	Breite
Höhe x Breite = Fläche	$\frac{24 \cdot 4}{4} \cdot 10^3 \times \frac{36 \cdot 4}{4} \cdot 10^3 \mu\text{m}^2$	$\frac{1}{4} \cdot 10^{-1} \cdot 10^3 \times \frac{1}{4} \cdot 10^{-1} \cdot 10^3 \mu\text{m}^2$	Fläche = Höhe x Breite

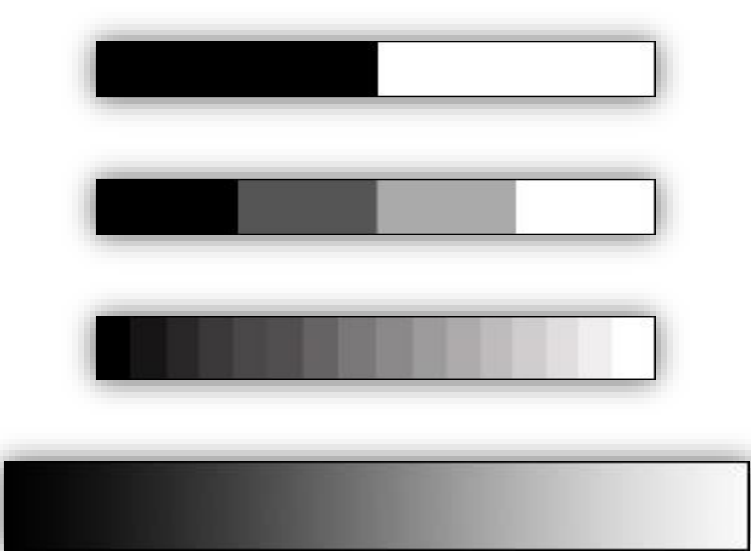
1 Dia = $\frac{24 \cdot 4}{4} \cdot 10^3 \times \frac{36 \cdot 4}{4} \cdot 10^3 = 960 \times 1440 = 1\,382\,400$ Rasterelemente
= $960 \times 1\,440 + 960 \times 1\,440 + 960 \times 1\,440$ Bildmatrixelemente

R
G
B
Kanäle

Schritt #3: Speicherparameter des Rasterbildes ausrechnen

Farbtiefe:

- gibt an, wie viele unterschiedliche Farbabstufungen jedem Bildpunkt (Pixel) zugeordnet werden können
- standardmäßig: RGB-Farbraum mit 8 Bit pro Farbkanal $\Rightarrow 2^8 = 256$ Farbabstufungen pro Farbkanal (insgesamt ca. 17 Millionen $[256^3]$ Farben)



1 Bit = 2 Abstufungen
2 Bit = 4 Abstufungen
4 Bit = 16 Abstufungen
8 Bit = 256 Abstufungen (8 Bit = 1 Byte)

1 Bildpunkt = 8 Bit + 8 Bit + 8 Bit = 3 Bytes

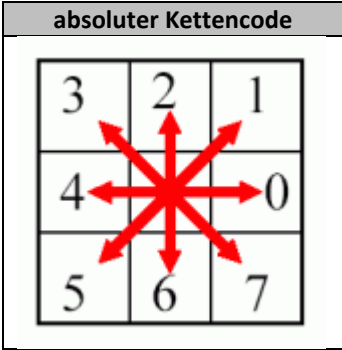
Bitmap-Speicherung [RAW-Bilder]:

$\text{Dateigröße} = \text{Bildhöhe} \cdot \text{Bildbreite} \cdot \text{Farbtiefe} = 960 \cdot 1\,440 \cdot 3 = 4\,147\,200 \text{ B} = \begin{cases} \text{Dezimalpräfix: } 4\,147 \text{ KB} \\ \text{Binärpräfix: } 4\,050 \text{ KiB} \end{cases}$

Aufgabe 2:

Schritt #1: Binärbildausschnitt [gesetzt in einem vorgegebenen Koordinatensystem] und Format unseres Kettencodes

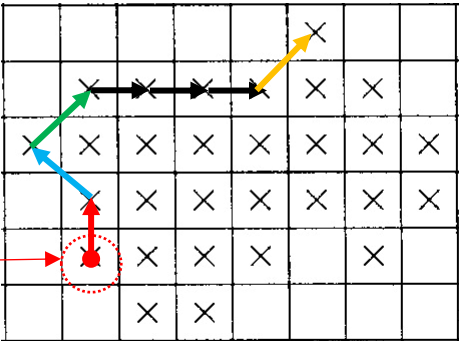
Z\S	0	1	2	3	4	5	6	7
0						x		
1		x	x	x	x	x	x	
2	x	x	x	x	x	x	x	x
3		x	x	x	x	x	x	x
4		x	x	x	x		x	
5			x	x				



(a): umschließender Kettencode

$$C_8(\text{Kontur}) = 2\ 3\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 7\ 7\ 6\ 5\ 3\ 5\ 5\ 4\ 3$$

Hier: Punkte, die mindestens eine Kante mit dem Hintergrund teilen



ergänzt's zu Hause 😊

möglicher Startpunkt

$$\text{Startpixel}(\text{Koordinaten}) = (Z; S) = (4; 1)$$

(b): Euklidische Länge eines Kettencodes

Schritt #1: Kettencode	$C_8(\text{Region}) = 2\ 2\ 3\ 3\ 2\ 2\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 7\ 7$
Schritt #2: Länge = Anzahl von Bildpunkten	$ C_8(\text{Region}) = \{2, 2, 3, 3, 2, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 7, 7\} = 15$
Schritt #3: Distanz zweier Nachbarn je Richtung	<ul style="list-style-type: none"> • 1,3,5,7 [diagonal]: Euklidische Distanz $D_E = \sqrt{2}$ • 0,2,4,6 [längs, quer]: Euklidische Distanz $D_E = \sqrt{1} = 1$
Schritt #4: Euklidische Länge	$L_E(C_8(\text{Region})) = \{\text{diagonal}\} \cdot \sqrt{2} + (C_8(\text{Region}) - \{\text{diagonal}\}) \cdot 1 = 4 \cdot \sqrt{2} + (15 - 4) \cdot 1 = \dots$

Hausaufgabe_3_von_3 – wann gilt diese Formel nicht?
 In anderen Worten, was soll vorausgesetzt werden, um die Allgemeingültigkeit dieser Formel zu gewährleisten

(c): Euklidischer Abstand in einem Kettencode

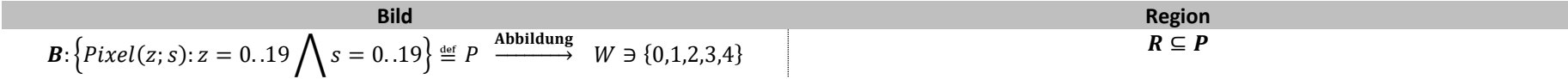
Schritt #1: Kettencode	$C_8(\text{Region}) = 2\ 2\ 3\ 3\ 2\ 2\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 7\ 7$																											
Schritt #2: Inkrement pro Koordinate je Richtung	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Richtung</th> <th style="width: 30%;">Zeile</th> <th style="width: 30%;">Spalte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$r=0$ [rechts: E]</td> <td>$I_Z(0) = 0$</td> <td>$I_S(0) = +1$</td> </tr> <tr> <td>$r=1$ [oben rechts: NE]</td> <td>$I_Z(1) = -1$</td> <td>$I_S(1) = +1$</td> </tr> <tr> <td>$r=2$ [oben: N]</td> <td>$I_Z(2) = -1$</td> <td>$I_S(2) = 0$</td> </tr> <tr> <td>$r=3$ [oben links: NW]</td> <td>$I_Z(3) = -1$</td> <td>$I_S(3) = -1$</td> </tr> <tr> <td>$r=4$ [links: W]</td> <td>$I_Z(4) = 0$</td> <td>$I_S(4) = -1$</td> </tr> <tr> <td>$r=5$ [unten links: SW]</td> <td>$I_Z(5) = +1$</td> <td>$I_S(5) = -1$</td> </tr> <tr> <td>$r=6$ [unten: S]</td> <td>$I_Z(6) = +1$</td> <td>$I_S(6) = 0$</td> </tr> <tr> <td>$r=7$ [unten rechts: SE]</td> <td>$I_Z(7) = +1$</td> <td>$I_S(7) = +1$</td> </tr> </tbody> </table>	Richtung	Zeile	Spalte	$r=0$ [rechts: E]	$I_Z(0) = 0$	$I_S(0) = +1$	$r=1$ [oben rechts: NE]	$I_Z(1) = -1$	$I_S(1) = +1$	$r=2$ [oben: N]	$I_Z(2) = -1$	$I_S(2) = 0$	$r=3$ [oben links: NW]	$I_Z(3) = -1$	$I_S(3) = -1$	$r=4$ [links: W]	$I_Z(4) = 0$	$I_S(4) = -1$	$r=5$ [unten links: SW]	$I_Z(5) = +1$	$I_S(5) = -1$	$r=6$ [unten: S]	$I_Z(6) = +1$	$I_S(6) = 0$	$r=7$ [unten rechts: SE]	$I_Z(7) = +1$	$I_S(7) = +1$
Richtung	Zeile	Spalte																										
$r=0$ [rechts: E]	$I_Z(0) = 0$	$I_S(0) = +1$																										
$r=1$ [oben rechts: NE]	$I_Z(1) = -1$	$I_S(1) = +1$																										
$r=2$ [oben: N]	$I_Z(2) = -1$	$I_S(2) = 0$																										
$r=3$ [oben links: NW]	$I_Z(3) = -1$	$I_S(3) = -1$																										
$r=4$ [links: W]	$I_Z(4) = 0$	$I_S(4) = -1$																										
$r=5$ [unten links: SW]	$I_Z(5) = +1$	$I_S(5) = -1$																										
$r=6$ [unten: S]	$I_Z(6) = +1$	$I_S(6) = 0$																										
$r=7$ [unten rechts: SE]	$I_Z(7) = +1$	$I_S(7) = +1$																										
Schritt #3: Euklidischer Abstand zwischen Start & End	$D_E[\text{Start}(Z_s; S_s), \text{End}(Z_e; S_e)] = \sqrt{(Z_{st} - Z_{end})^2 + (S_{st} - S_{end})^2} = \sqrt{(Z_{st} - (Z_{st} + I_{Z_{st}}))^2 + (S_{st} - (S_{st} + I_{S_{st}}))^2} =$ $\sqrt{I_{Z_{st}}^2 + I_{S_{st}}^2} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{L_E(C_8(\text{Region}))} I_Z(r_i)\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{L_E(C_8(\text{Region}))} I_S(r_i)\right)^2} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{15} I_Z(r_i)\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{15} I_S(r_i)\right)^2} =$ $\sqrt{(I_Z(r_1) + I_Z(r_2) + \dots + I_Z(r_{15}))^2 + (I_S(r_1) + I_S(r_2) + \dots + I_S(r_{15}))^2} =$ $\sqrt{(I_Z(2) + I_Z(2) + \dots + I_Z(7))^2 + (I_S(2) + I_S(2) + \dots + I_S(7))^2} = \sqrt{(-1 - 1 + \dots + 1)^2 + (0 + 0 + \dots + 1)^2} =$ $\sqrt{(-4)^2 + (7)^2} = \sqrt{16 + 49} = \sqrt{65} \approx 8$																											

Aufgabe 3:

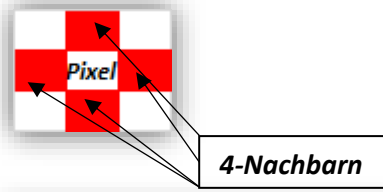
Schritt #1: definierende Kriterien einer Region R

monochromatische

- R ist eine zusammenhängende Menge von Pixeln einer **Bildmatrix B** (aka *Rasterbild* aka *Digitalbild* aka *Bild* [falls digitales Format aus dem Kontext klar ersichtlich ist])

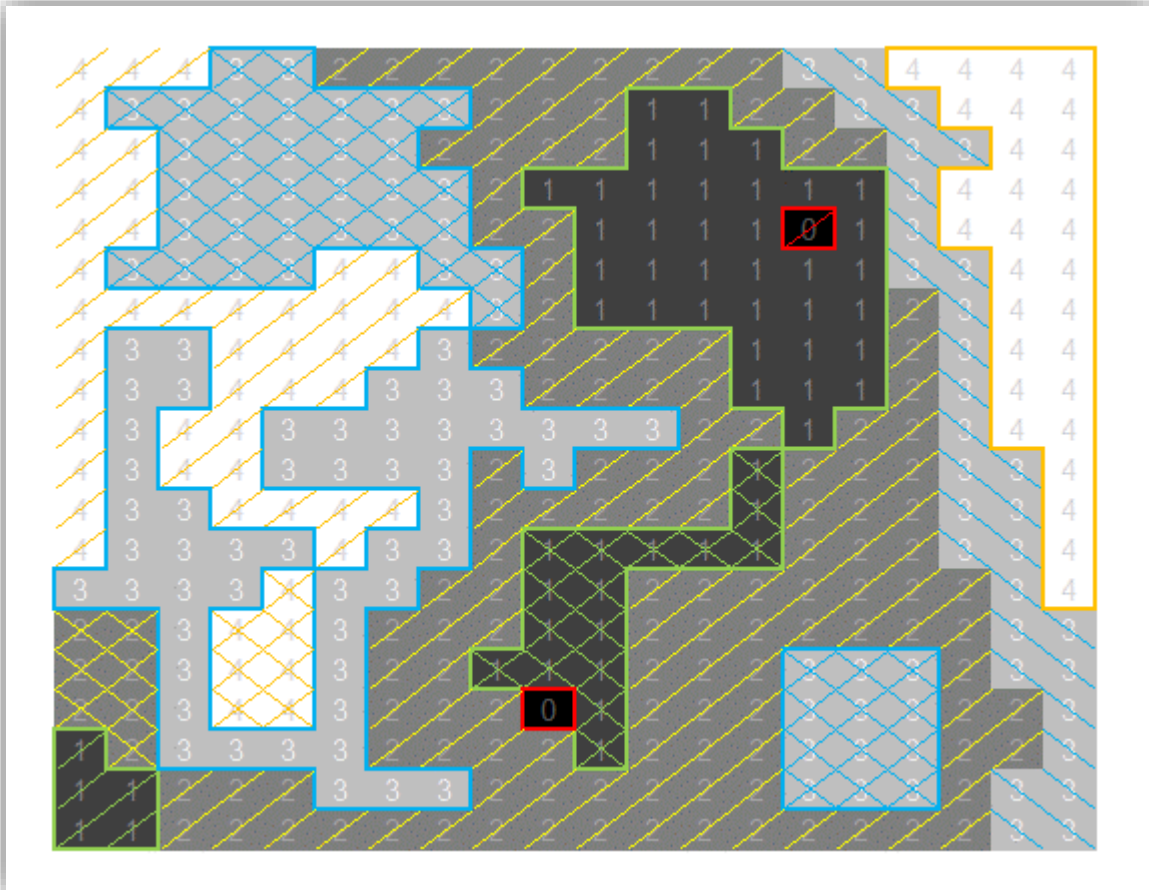


- Zusammenhang auf Basis von 4-Nachbarschaft
- alle Pixel von R haben einen gleichen Intensitätswert



Schritt #2: wir zählen die Anzahl von Regionen in unserem 20x20 Bild

Intensitätswert	Anzahl von Regionen
0	2
1	3
2	2
3	4
4	3
Summe:	14



Aufgabe 3:

Schritt #3: Adjazenzgraph von Regionen – Definition

$$G_{adj} = (V_R, E_{4N}): V_R = \{R_i\}_{i=1..14} \wedge E_{4N} = \{\{R_i, R_j\}_{i \neq j} \mid \exists ((z_1; s_1), (z_2; s_2)) \in (R_i, R_j): |z_1 - z_2| + |s_1 - s_2| = 1\}$$

R_i ist ein 4-Nachbar von R_j

Schritt #4: Adjazenzgraph der Regionen [aka Nachbarschaftsgraph]

