Übung 2 – Lokale Operationen

Aufgabe 1

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 100 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Fehler

Berechne:

$$G_F = H_M * G_E$$

$$H_M = \frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Mittelwertoperation

Lineare Faltung

$$G_E \longrightarrow G_A = G_F$$

$$G_F = H * G_E$$

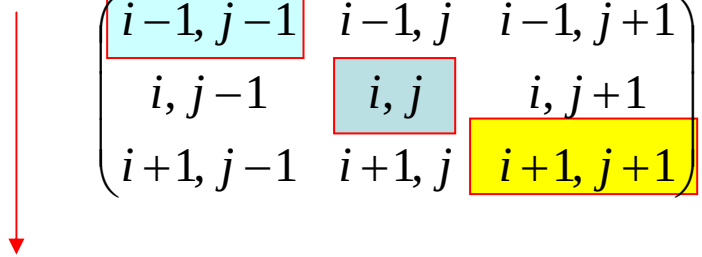
$$g_F(i,j) = \sum_{l=-\frac{L-1}{2}}^{\frac{L-1}{2}} \sum_{m=-\frac{M-1}{2}}^{\frac{M-1}{2}} h(l,m) \cdot g_E(i-l, j-m)$$

Lineare Faltung

$$g_F(i,j) = \sum_{l=-\frac{L-1}{2}}^{\frac{L-1}{2}} \sum_{m=-\frac{M-1}{2}}^{\frac{M-1}{2}} h(l,m) \cdot g_E(i-l, j-m)$$

$$L = M = 3 \qquad g_F(i,j) = \sum_{l=-1}^{1} \sum_{m=-1}^{1} h(l,m) \cdot g_E(i-l, j-m)$$

G_E



$$\begin{pmatrix} i-1, j-1 & i-1, j & i-1, j+1 \\ i, j-1 & i, j & i, j+1 \\ i+1, j-1 & i+1, j & i+1, j+1 \end{pmatrix}$$

$$H = \begin{pmatrix} h(-1,-1) & h(-1,0) & h(-1,1) \\ h(0,-1) & h(0,0) & h(0,1) \\ h(1,-1) & h(1,0) & h(1,1) \end{pmatrix}$$

Aufgabe 1

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 100 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$g_E(-1, j) = g_E(8, j) = g_E(i,-1) = g_E(i,8) = 0$$

$$H_M = \frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$g_F(i, j) = \frac{1}{9}\sum_{l=-1}^{1}\sum_{m=-1}^{1} g_E(i-l, j-m)$$

Aufgabe 1

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 100 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$G_F = \frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 & 8 & 8 & 6 & 3 & 1 \\ 2 & 6 & 12 & 16 & 16 & 12 & 6 & 2 \\ 3 & 9 & 115 & 121 & 121 & 18 & 9 & 3 \\ 3 & 9 & 115 & 121 & 121 & 18 & 9 & 3 \\ 3 & 9 & 115 & 121 & 121 & 18 & 9 & 3 \\ 3 & 9 & 18 & 24 & 24 & 18 & 9 & 3 \\ 2 & 6 & 12 & 16 & 16 & 12 & 6 & 2 \\ 1 & 3 & 6 & 8 & 8 & 6 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

$$g_F(i,j) = \frac{1}{9}\sum_{l=-1}^{1}\sum_{m=-1}^{1} g_E(i-l, j-m)$$

Aufgabe 1

$$G_F = \frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 & 8 & 8 & 6 & 3 & 1 \\ 2 & 6 & 12 & 16 & 16 & 12 & 6 & 2 \\ 3 & 9 & 115 & 121 & 121 & 18 & 9 & 3 \\ 3 & 9 & 115 & 121 & 121 & 18 & 9 & 3 \\ 3 & 9 & 115 & 121 & 121 & 18 & 9 & 3 \\ 3 & 9 & 18 & 24 & 24 & 18 & 9 & 3 \\ 2 & 6 & 12 & 16 & 16 & 12 & 6 & 2 \\ 1 & 3 & 6 & 8 & 8 & 6 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

runden

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 13 & 13 & 13 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 13 & 13 & 13 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 13 & 13 & 13 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 1

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 100 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 13 & 13 & 13 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 13 & 13 & 13 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 13 & 13 & 13 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 2

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

Kante

Berechne:

$$G_F = H_M * G_E$$

$$H_M = \frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Mittelwertoperation

Aufgabe 2

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

$$g_E(i,-1) = 0$$

$$g_E(i,8) = 30$$

$$g_E(8, j) = g_E(7, j)$$

$$g_E(-1, j) = g_E(0, j)$$

Kante

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

$$10 = \frac{90}{9}$$

$$20 = \frac{180}{9}$$

Kanten werden unscharf

Aufgabe 3

$$G_E = \begin{pmatrix} 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

periodisch wiederkehrende Kante

Berechne:

$$G_F = H_M * G_E$$

$$H_M = \frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Mittelwertoperation

Aufgabe 3

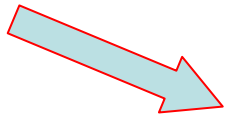
$$G_E = \begin{pmatrix} 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \\ 30 & 30 & 0 & 30 & 30 & 0 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

$$g_E(i,-1) = 0$$

$$g_E(i,8) = 0$$

$$g_E(8, j) = g_E(7, j)$$

$$g_E(-1, j) = g_E(0, j)$$



Kanten verschwinden

$$G_A = \begin{pmatrix} 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 4

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 100 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Wenden Sie die Medianoperation an.

Vergleichen Sie mit Aufgabe 1.

Aufgabe 4

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 100 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 100 \end{matrix}$$

ordnen

$$(1 \quad 1 \quad 1 \quad 2 \quad 2 \quad 2 \quad 3 \quad 3 \quad 100)$$

mittlere Zahl

Aufgabe 4

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 100 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{matrix} 2 & 3 & 3 \\ 2 & 100 & 3 \\ 2 & 3 & 3 \end{matrix}$$

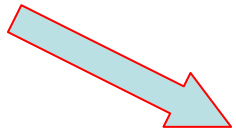
ordnen

$$(2 \quad 2 \quad 2 \quad 3 \quad 3 \quad 3 \quad 3 \quad 3 \quad 100)$$

mittlere Zahl

Aufgabe 4

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 100 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 4

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 13 & 13 & 13 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 13 & 13 & 13 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 13 & 13 & 13 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Mittelwertoperation
(Aufgabe 1)

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Medianoperation

Aufgabe 5

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

Wenden Sie die Medianoperation an.

Vergleichen Sie mit Aufgabe 2.

Aufgabe 5

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 30 \\ 0 & 0 & 30 \\ 0 & 0 & 30 \end{matrix} \rightarrow 0$$

$$\begin{matrix} 0 & 30 & 30 \\ 0 & 30 & 30 \\ 0 & 30 & 30 \end{matrix} \rightarrow 30$$

Kante

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

Kante bleibt erhalten

Aufgabe 5

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 10 & 20 & 30 & 30 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

Mittelwertoperation
(Aufgabe 2)

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 30 & 30 & 30 & 30 & 30 \end{pmatrix}$$

Medianoperation

Aufgabe 6

$$G_E = \begin{pmatrix} 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Wenden Sie die folgenden Kantenfilter an:

$$H_S^1 * G_E$$

$$H_Z^1 * G_E$$

Einfache Differenzoperationen

$$H_Z^1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$H_S^1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$g_A(i,j) = \sum_{l=-1}^{1} \sum_{m=-1}^{1} h_Z^1(l,m) \cdot g_E(i-l, j-m)$$

$$g_A(i,j) = \sum_{l=-1}^{1} \sum_{m=-1}^{1} h_S^1(l,m) \cdot g_E(i-l, j-m)$$

$$g_A(i,j) = h_Z^1(0,0) \cdot g_E(i,j) + h_Z^1(1,0) \cdot g_E(i-1, j)$$

$$g_A(i,j) = g_E(i-1, j) - g_E(i,j)$$

$$g_A(i,j) = g_E(i, j-1) - g_E(i,j)$$

Aufgabe 6

$$G_E = \left(\begin{array}{ccc|ccccc} 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$$

$H_S^1 * G_E$

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

findet vertikale Kanten

$H_Z^1 * G_E$

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

findet keine vertikalen Kanten

Aufgabe 7

$$G_E = \begin{pmatrix} 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Wenden Sie die folgenden Kantenfilter an:

$$H_Z^1 * G_E$$

$$H_S^1 * G_E$$

Aufgabe 7

Zeilen steigend

$$G_E = \begin{pmatrix} 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$H_Z^1 * G_E$

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

findet horizontale Kanten

$H_S^1 * G_E$

findet keine horizontalen Kanten

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 8

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \end{pmatrix}$$

Wenden Sie die folgenden Kantenfilter an:

$$H_S^1 * G_E$$

$$H_Z^1 * G_E$$

Aufgabe 8

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \end{pmatrix}$$

$H_S^1 * G_E$

findet vertikale Kanten

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

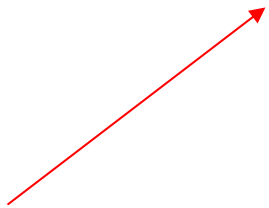
$H_Z^1 * G_E$

findet keine vertikalen Kanten

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 8

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



Betrag bilden oder Information über die Art der Kante benutzen

Aufgabe 9

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Wenden Sie die folgenden Kantenfilter an:

$$H_S^1 * G_E$$

$$H_Z^1 * G_E$$

Aufgabe 9

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$H_S^1 * G_E$

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

findet vertikale Kanten

$H_Z^1 * G_E$

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

findet keine vertikalen Kanten

Aufgabe 9

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -20 & 20 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Kanteninformation im Ausgabebild über 2 Spalten.

Das Ergebnis muss noch verdünnt werden.

Aufgabe 10

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \end{pmatrix}$$

Wenden Sie den folgenden Kantenfilter an:

$$H_s^S * G_E$$

Symmetrische Differenzoperationen

$$H_z^S = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$H_s^S = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$g_A(i,j) = \sum_{l=-1}^{1} \sum_{m=-1}^{1} h_Z^S(l,m) \cdot g_E(i-l, j-m)$$

$$g_A(i,j) = \sum_{l=-1}^{1} \sum_{m=-1}^{1} h_S^S(l,m) \cdot g_E(i-l, j-m)$$

$$g_A(i,j) = h_S^S(0,-1) \cdot g_E(i,j+1) + h_S^S(0,1) \cdot g_E(i,j-1)$$

$$g_A(i,j) = g_E(i+1,j) - g_E(i-1,j)$$

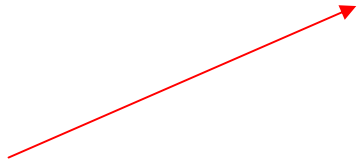
$$g_A(i,j) = g_E(i,j+1) - g_E(i,j-1)$$

Aufgabe 10

$$G_E = \left(\begin{array}{ccccc|ccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \end{array}\right)$$

$$H_s^S * G_E$$

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



muss noch verdünnt werden

Aufgabe 11

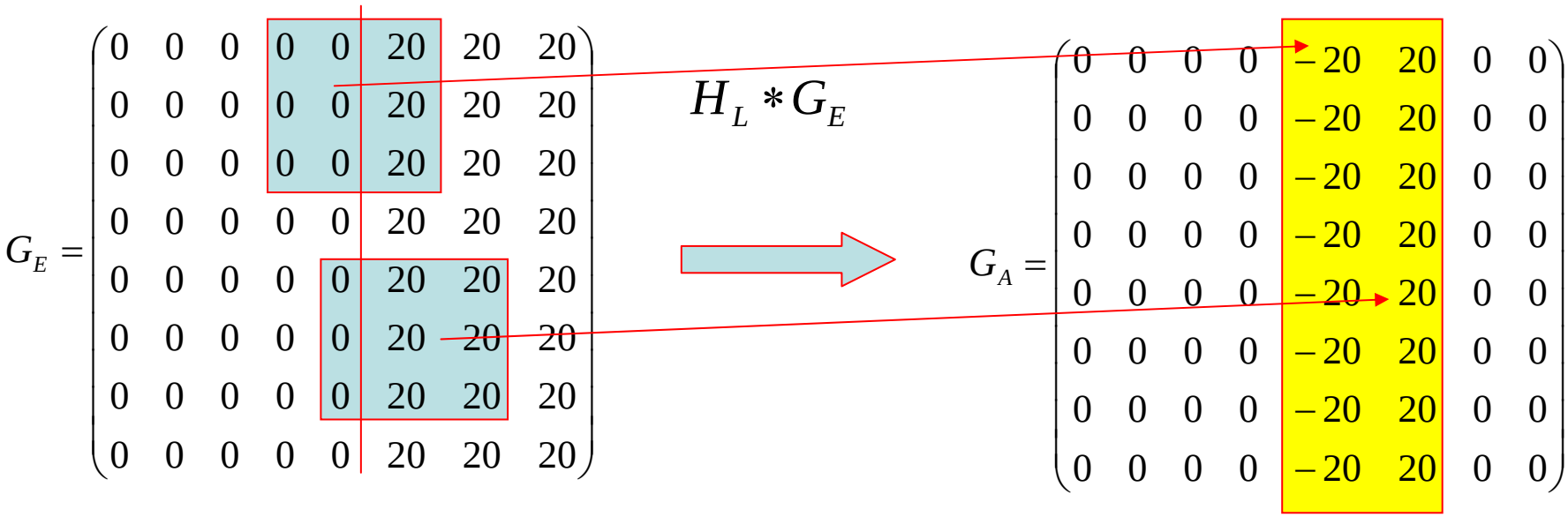
$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 20 & 20 & 20 \end{pmatrix}$$

Berechnen Sie die Laplaceoperation:

$$H_L * G_E$$

Aufgabe 11

$$H_L = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$



Aufgabe 12

$$G_E = \begin{pmatrix} 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Berechnen Sie die Laplaceoperation:

$$H_L * G_E$$

Aufgabe 12

$$G_E = \begin{pmatrix} 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Findet sowohl vertikale- als auch horizontale Kanten.

$$G_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 & 20 \\ -20 & -20 & -20 & -20 & -20 & -20 & -20 & -20 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 13

$$H = \frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \qquad H_1 = \frac{1}{3}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \qquad H_2 = \frac{1}{3}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Zeige:

$$H_2 * (H_1 * G) = H_1 * (H_2 * G) = H * G$$

Aufgabe 13

$$H = \frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \qquad H_1 = \frac{1}{3}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \qquad H_2 = \frac{1}{3}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$H_2 * (H_1 * G) = H_1 * (H_2 * G) = H * G$$

$$G_Z = H_1 * G \qquad G_A = H_2 * (H_1 * G) = H_2 * G_Z$$

Aufgabe 13

$$g_Z(i,j) = \frac{1}{3}\sum_{l=0}^{0}\sum_{m=-1}^{1} h_1(l,m)g(i-l,j-m)$$

$$g_Z(i,j) = \frac{1}{3}\sum_{m=-1}^{1} h_1(0,m)g(i,j-m) = \frac{1}{3}\sum_{m=-1}^{1} g(i,j-m).$$

$$g_A(i,j) = \frac{1}{3}\sum_{l=-1}^{1}\sum_{m=0}^{0} h_2(l,m)g_Z(i-l,j-m)$$

$$g_A(i,j) = \frac{1}{3}\sum_{l=-1}^{1} h_2(l,0)g_Z(i-l,j) = \frac{1}{3}\sum_{l=-1}^{1} g_Z(i-l,j)$$

$$g_A(i,j) = \frac{1}{3}\sum_{l=-1}^{1}\left(\frac{1}{3}\sum_{m=-1}^{1} g(i-l,j-m)\right) = \frac{1}{9}\sum_{l=-1}^{1}\sum_{m=-1}^{1} g(i-l,j-m).$$

Aufgabe 14

$$H^B = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \qquad H_1^B = \frac{1}{4}\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \qquad H_2^B = \frac{1}{4}\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Zeige:

$$H_2^B * (H_1^B * G) = H_1^B * (H_2^B * G) = H^B * G$$

Aufgabe 15

$$H = \alpha\alpha' \begin{pmatrix} ad & bd & cd \\ ae & be & ce \\ af & bf & cf \end{pmatrix} \qquad H_1 = \alpha \begin{pmatrix} a & b & c \end{pmatrix} \qquad H_2 = \alpha' \begin{pmatrix} d \\ e \\ f \end{pmatrix}$$

$$H_2 * (H_1 * G) = H_1 * (H_2 * G) = H * G$$

$$\alpha = \alpha' = \frac{1}{4} \qquad a = 1 \quad b = 2 \quad c = 1 \qquad d = 1 \quad e = 2 \quad f = 1$$

Aufgabe 14

Aufgabe 16

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Untersuchen Sie den Harris-Operator zur Eckendetektion.

Aufgabe 16

$$G_Z = H_Z^S * G$$

$$H_Z^S = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$G_S = H_S^S * G$$

$$H_S^S = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A = G_z^2 = (a(i,j))$$
$$B = G_s^2 = (b(i,j))$$
$$C = G_z \cdot G_s = (c(i,j)).$$

$$\overline{A} = H^G * A = (\overline{a}(i,j))$$
$$\overline{B} = H^G * B = (\overline{b}(i,j))$$
$$\overline{C} = H^G * C = (\overline{c}(i,j)).$$

Aufgabe 16

$$H^G = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\overline{A} = H^G * A = (\overline{a}(i,j))$$
$$\overline{B} = H^G * B = (\overline{b}(i,j))$$
$$\overline{C} = H^G * C = (\overline{c}(i,j)).$$

$$\overline{m}(i,j) = \begin{pmatrix} \overline{a}(i,j) & \overline{c}(i,j) \\ \overline{c}(i,j) & \overline{b}(i,j). \end{pmatrix}.$$

$$\lambda_{1,2} = \frac{\mathrm{spur}(\overline{m})}{2} \pm \sqrt{\frac{\mathrm{spur}(\overline{m})^2}{4} - \det(\overline{m})},$$

$$\mathrm{spur}(\overline{m}) = \overline{a} + \overline{b}.$$

beide größer Null → Eckpunkt

Aufgabe 16

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$G_Z = H_Z^S * G_E$$

$$G_Z = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$G_S = H_S^S * G_E$$

$$G_S = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 16

$$H^G = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\overline{A} = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 1 \\ 0 & 3 & 9 & 12 & 12 & 12 & 9 & 3 \\ 0 & 3 & 9 & 12 & 12 & 12 & 9 & 3 \\ 0 & 1 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 1 \\ 0 & 3 & 9 & 12 & 12 & 12 & 9 & 3 \\ 0 & 3 & 9 & 12 & 12 & 12 & 9 & 3 \\ 0 & 1 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 1 \end{pmatrix} \quad \overline{B} = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 3 & 1 & 0 & 1 & 3 & 3 \\ 3 & 9 & 9 & 3 & 0 & 3 & 9 & 9 \\ 4 & 12 & 12 & 4 & 0 & 4 & 12 & 12 \\ 4 & 12 & 12 & 4 & 0 & 4 & 12 & 12 \\ 3 & 9 & 9 & 3 & 0 & 3 & 9 & 9 \\ 1 & 3 & 3 & 1 & 0 & 1 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \overline{C} = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & -1 & -2 & -1 \\ 0 & 2 & 4 & 2 & 0 & -2 & -4 & -2 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & -1 & -2 & -1 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & -2 & -4 & -2 & 0 & 2 & 4 & 2 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 16

$$\overline{A} = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 1 \\ 0 & 3 & 9 & 12 & 12 & 12 & 9 & 3 \\ 0 & 3 & 9 & 12 & 12 & 12 & 9 & 3 \\ 0 & 1 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 1 \\ 0 & 3 & 9 & 12 & 12 & 12 & 9 & 3 \\ 0 & 3 & 9 & 12 & 12 & 12 & 9 & 3 \\ 0 & 1 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

$$G_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\overline{C} = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & -1 & -2 & -1 \\ 0 & 2 & 4 & 2 & 0 & -2 & -4 & -2 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 & -1 & -2 & -1 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & -2 & -4 & -2 & 0 & 2 & 4 & 2 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\overline{B} = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 3 & 1 & 0 & 1 & 3 & 3 \\ 3 & 9 & 9 & 3 & 0 & 3 & 9 & 9 \\ 4 & 12 & 12 & 4 & 0 & 4 & 12 & 12 \\ 4 & 12 & 12 & 4 & 0 & 4 & 12 & 12 \\ 3 & 9 & 9 & 3 & 0 & 3 & 9 & 9 \\ 1 & 3 & 3 & 1 & 0 & 1 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\overline{m}(2,2) = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 9 & 4 \\ 4 & 9 \end{pmatrix} \qquad \overline{m}(2,4) = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 12 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \qquad \overline{m}(0,0) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\lambda_1 = \frac{13}{16} \quad \lambda_2 = \frac{5}{16} \qquad \lambda_1 = \frac{12}{16} \quad \lambda_2 = 0 \qquad \lambda_1 = 0 \quad \lambda_2 = 0$$