

Folkmar Bornemann, Thomas März

## Aufgabenstellung

Auffüllen "zerstörter" Bereiche in digitalen Bildern, z.B.:

- Entfernen unerwünschter Bildinhalte

437 × 296 Pixel, 2 sec (Methode [2])



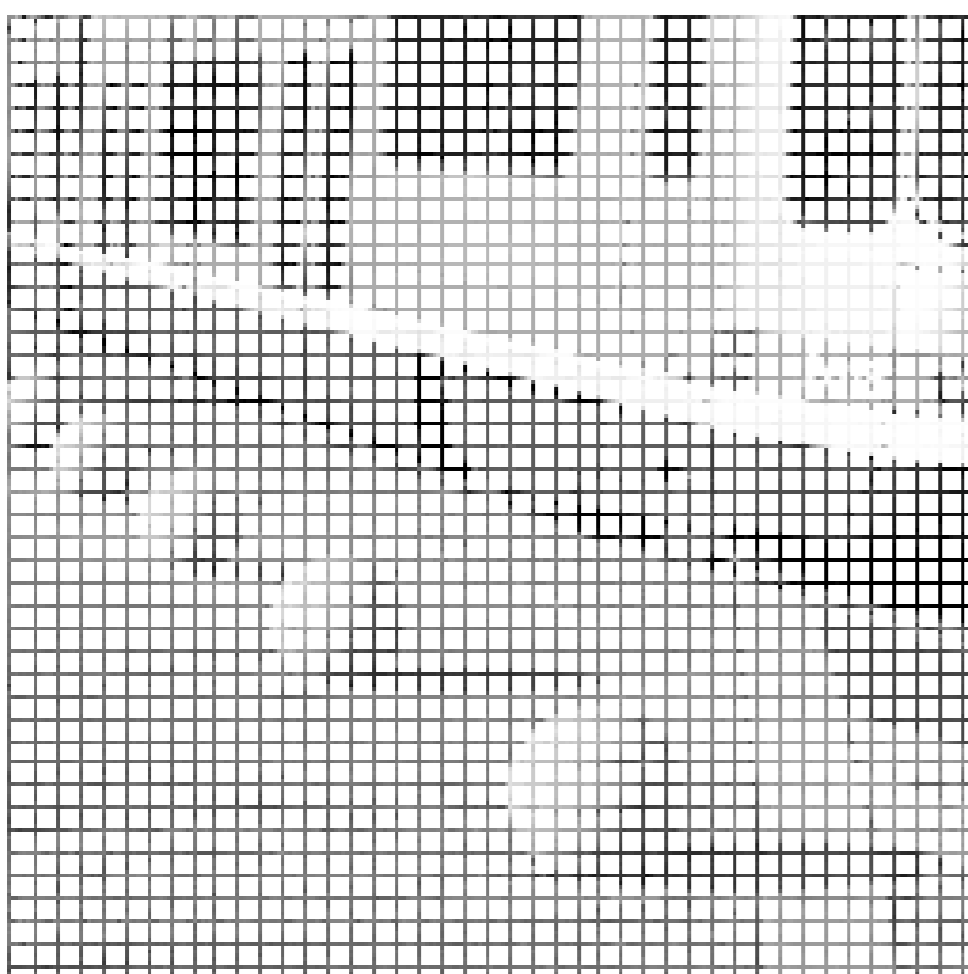
- Entfernen von Kratzern und Flecken

483 × 405 Pixel, 1 sec (Methode [2])



- Disokklusion

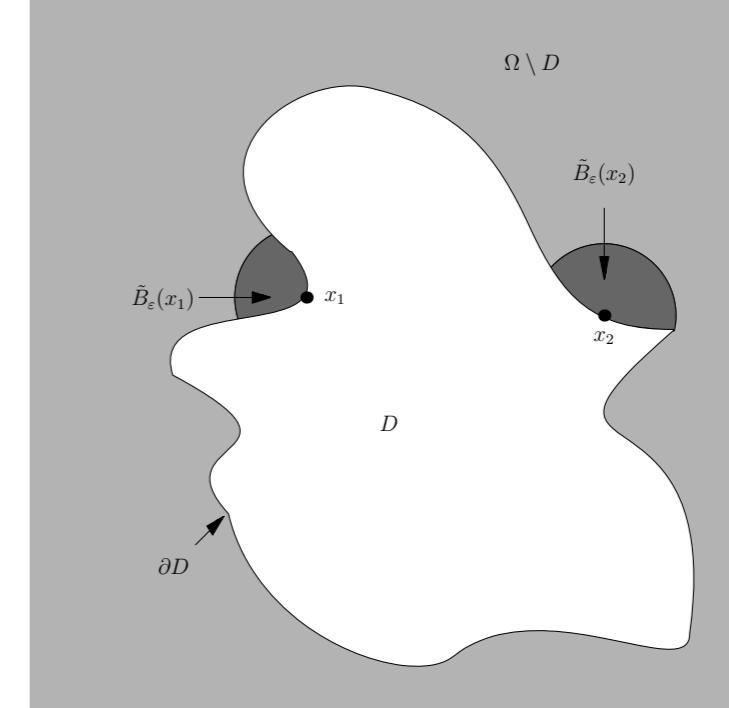
254 × 254 Pixel, 1 sec (Methode [2])



## Methode von Telea [1]

Inpainting gepixelter Graustufenbilder  $u_0$  mit Zerstörungsbereich  $D \subset \Omega$ :

Prinzip



A. Graustufen für neue Pixel  $x \in \partial D$  durch Mittelung alter Information:

$$u(x) = \frac{\sum_{y \in \tilde{B}_\epsilon(x)} w(x, y) u(y)}{\sum_{y \in \tilde{B}_\epsilon(x)} w(x, y)}. \quad (1)$$

B. Einmalige Anwendung von (A) verkleinert den diskreten Bereich  $D$ . Neuer Rand ist dann Höhenlinie der Abstandsfunktion  $T$  zu  $\partial D$ ,

$$T(x) = \min_{y \in \partial D} |x - y|.$$

$T$  ist Viskositätslösung des Randwertproblems der Eikonalgleichung

$$|\nabla T| = 1 \quad \text{in } D, \quad T|_{\partial D} = 0.$$

Lösung mit *Fast Marching Methode*.

Abstandsfunktion  $T$  liefert eine Anordnung der Pixel in  $D$ ; Gleichung (1) füllt die Pixel in dieser Reihenfolge mit Grauwerten.

Telea wählt Gewichtsfunktion

$$w(x, y) = \frac{|\nabla T(x) \cdot (x - y)|}{|x - y|^2}.$$

## Theorie und Verbesserung [2]

Kontinuierlicher Limes von Teleas Methode ( $u_0$  Inputbild,  $u$  Outputbild):

$$\int_{\tilde{B}_\epsilon(x)} (u(x) - u(y)) w(x, y) dy = 0 \quad \text{in } D, \quad u = u_0 \quad \text{in } \Omega \setminus D.$$

Falls  $\nabla T(x)$  existiert, gilt:

$$\lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\pi \epsilon^2} \int_{\tilde{B}_\epsilon(x)} (u(x) - u(y)) w(x, y) dy = \frac{1}{4} \nabla T(x) \cdot \nabla u(x).$$

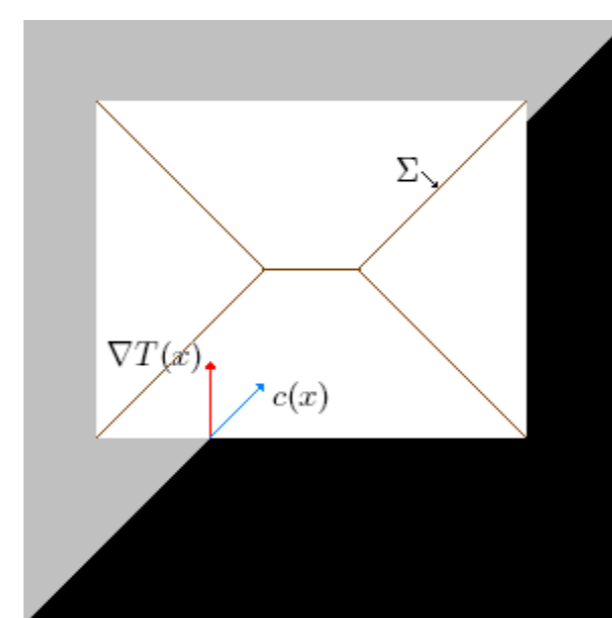
Mit dem Skelett  $\Sigma$  von  $D$  ergibt sich so die Transportgleichung:

$$\nabla T(x) \cdot \nabla u(x) = 0 \quad \text{in } D \setminus \Sigma, \quad u = u_0 \quad \text{in } \Omega \setminus D.$$

Zur Verbesserung schätzen wir die bildabhängige Kohärenzrichtung  $c(u, x)$  und verändern das Gewicht  $w$  so, dass für  $\epsilon \rightarrow 0$

$$c(u, x) \cdot \nabla u(x) = 0 \quad \text{in } D \setminus \Sigma, \quad u = u_0 \quad \text{in } \Omega \setminus D.$$

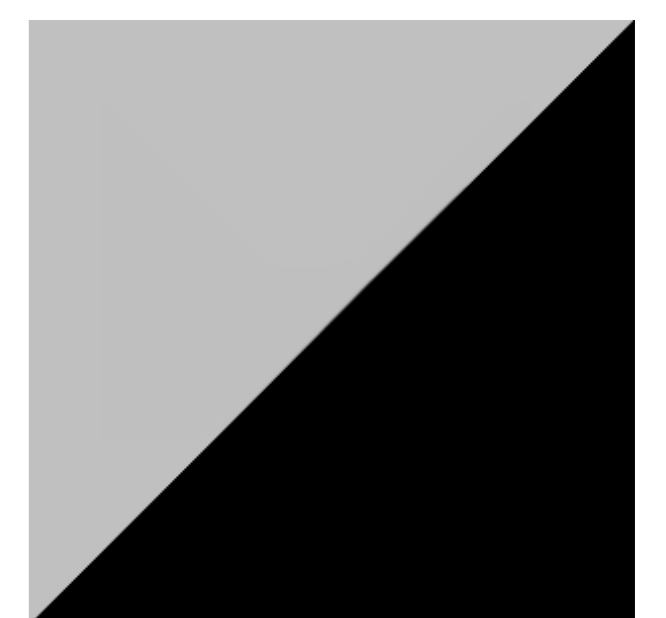
## Vergleich beider Methoden



300 × 300 Pixel



Telea, 0.1 sec



Verbesserung, 0.7 sec



300 × 250 Pixel



Telea, 0.2 sec



Verbesserung, 0.6 sec

Literatur

[1] A. Telea, *An Image Inpainting Technique Based on the Fast Marching Method*, J. Graphics Tools, Vol. 9, No. 1, pp.25-36, 2003.

[2] F. Bornemann, T. März, *Fast Image Inpainting Based on Coherence Transport*, Preprint March 2006. Submitted to the Journal of Mathematical Imaging and Vision.