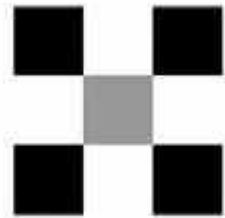




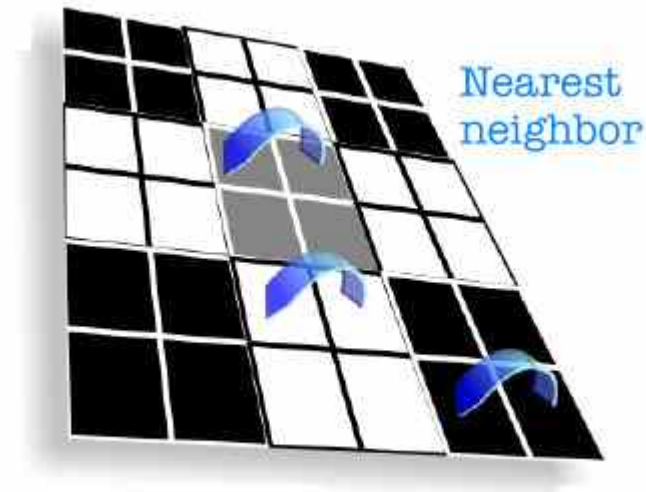
Alexander Wurl

Image Upsampling via Imposed Edge Statistics

klassischer Ansatz – Nearest Neighbor

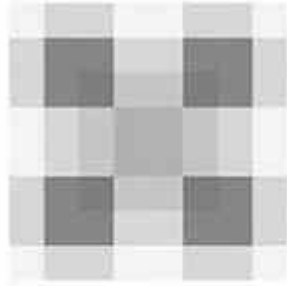


Nearest
neighbor



- kein Mitteln von Pixel \rightarrow Details bleiben erhalten, dafür unscharfe Kanten „Jaggies“
- schlechte Qualität, z.B. in Fotografien

klassischer Ansatz – Bilinear



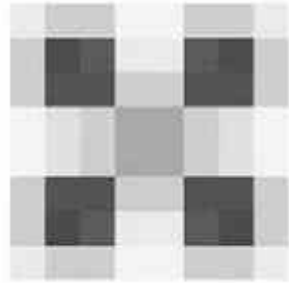
Bilinear



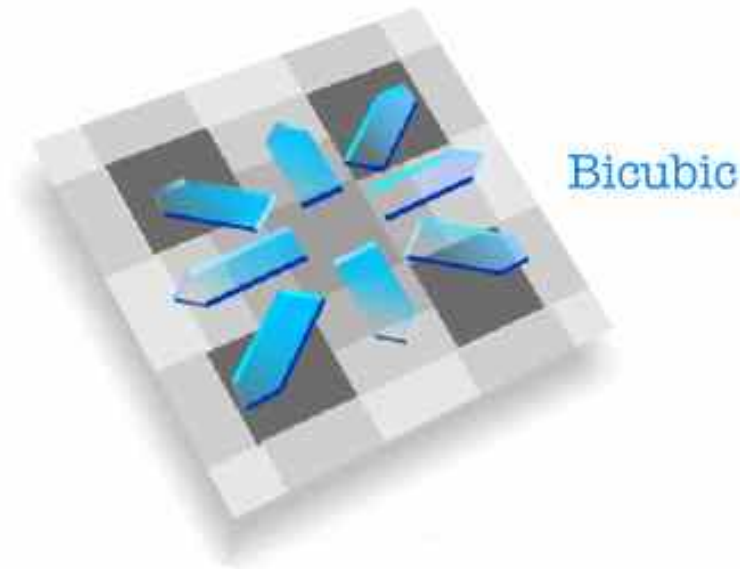
Bilinear

- Mitteln von 4 Nachbarpixeln → Blurring

klassischer Ansatz – Bicubic



Bicubic



- Mitteln und Gewichtung von 6 Nachbarpixeln → Blurring
- Aufwand ↔ Qualität akzeptabel

verbesserte Methoden

- Interpolationsgewichte zur Reduktion der Anzahl an Variablen die gemittelt werden

„Su and Willis“ 2004

- Verarbeitung zusätzlicher Informationen, um Mittelung nur innerhalb bestimmter Grenzen zu ermöglichen

„Tumblin and Choudbury“ 2004

- Patch-Based Interpolation

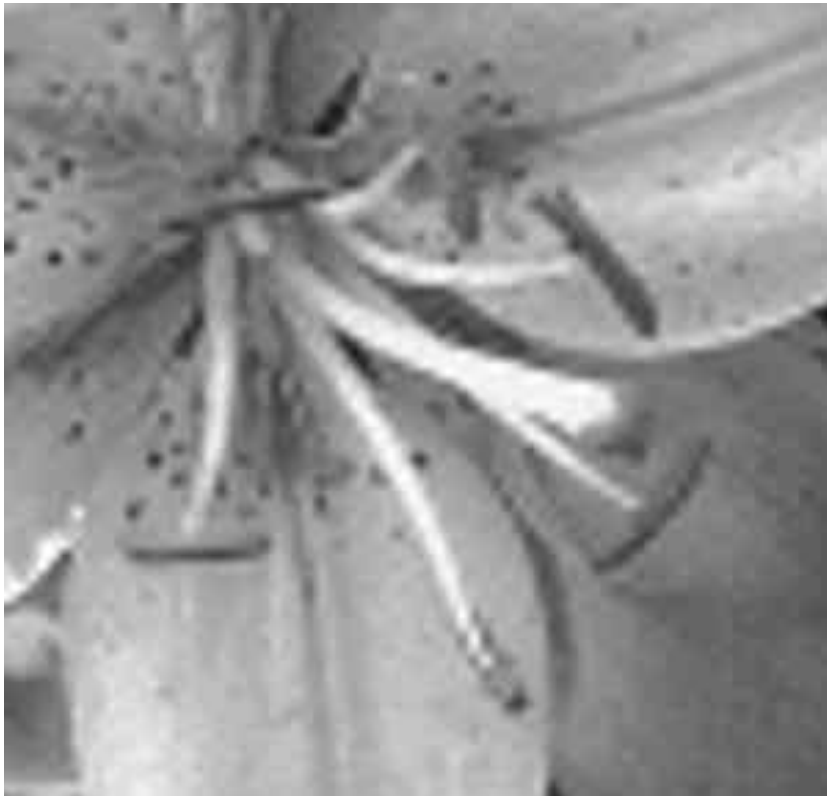
„Freeman et. al.“ 2002



verbesserte Methoden

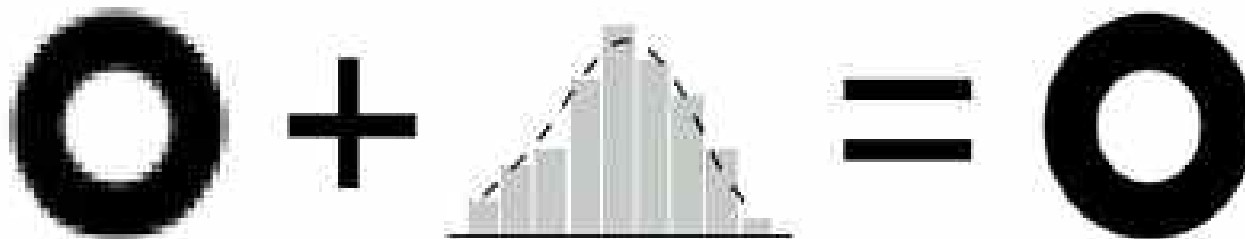
- Kantenorientierung invariant zur Auflösung → muß zwischen verschiedenen Auflösungen übereinstimmen (EDI)

„Li and Orchard 2001“



Edge-Frame Continuity Moduli (EFCM)

- Idee: Nutzen der Abhängigkeit von Kantenmerkmalen und Pixelunterschieden zweier unterschiedlich aufgelöster Bilder
- statistische Auswertung der Pixelunterschiede in hochauflösten Bildern



Methodik

- Von I heruntergesampeltes Bild \bar{I}
- Ermitteln der räumlichen Ableitung aller Pixel $x = (x, y)$:

$$\tilde{I}_x(x) = \tilde{I}(x+1, y) - \tilde{I}(x-1, y)$$

$$\tilde{I}_y(x) = \tilde{I}(x, y+1) - \tilde{I}(x, y-1)$$

$$N(x) = \|\nabla \tilde{I}\|_2 \text{ mit } \nabla \tilde{I} = (\tilde{I}_x(x), \tilde{I}_y(y))$$

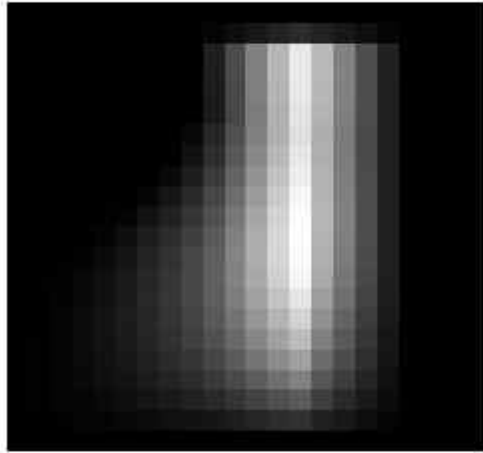
- Strahl in Gradientenrichtung ($|t| \leq 5$ Pixel):

$$\varphi_x(t) = x + t \cdot \nabla \tilde{I}(x) / N(x)$$

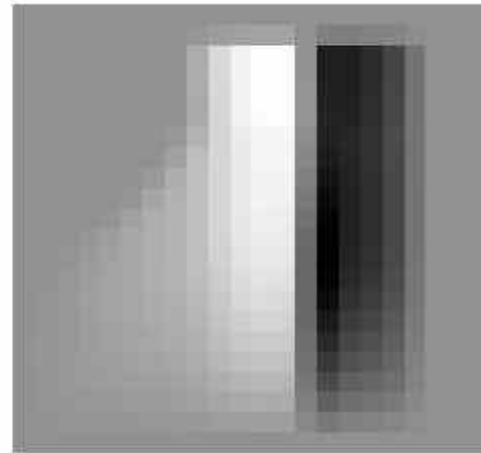


räumliche Ableitungen von \bar{I}

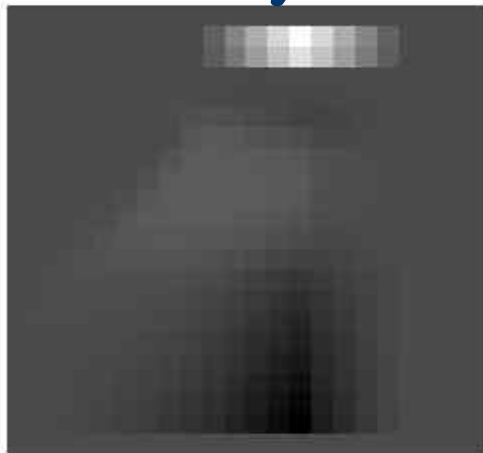
\bar{I}



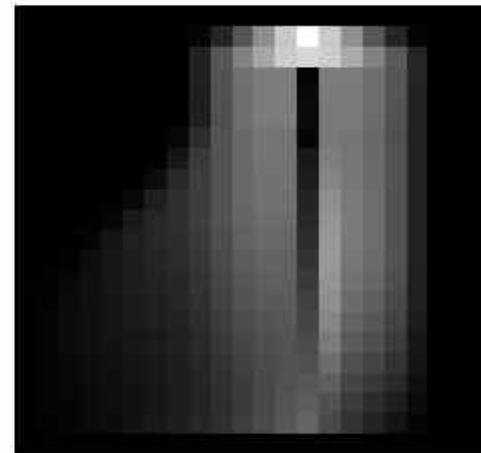
\bar{I}_x



\bar{I}_y

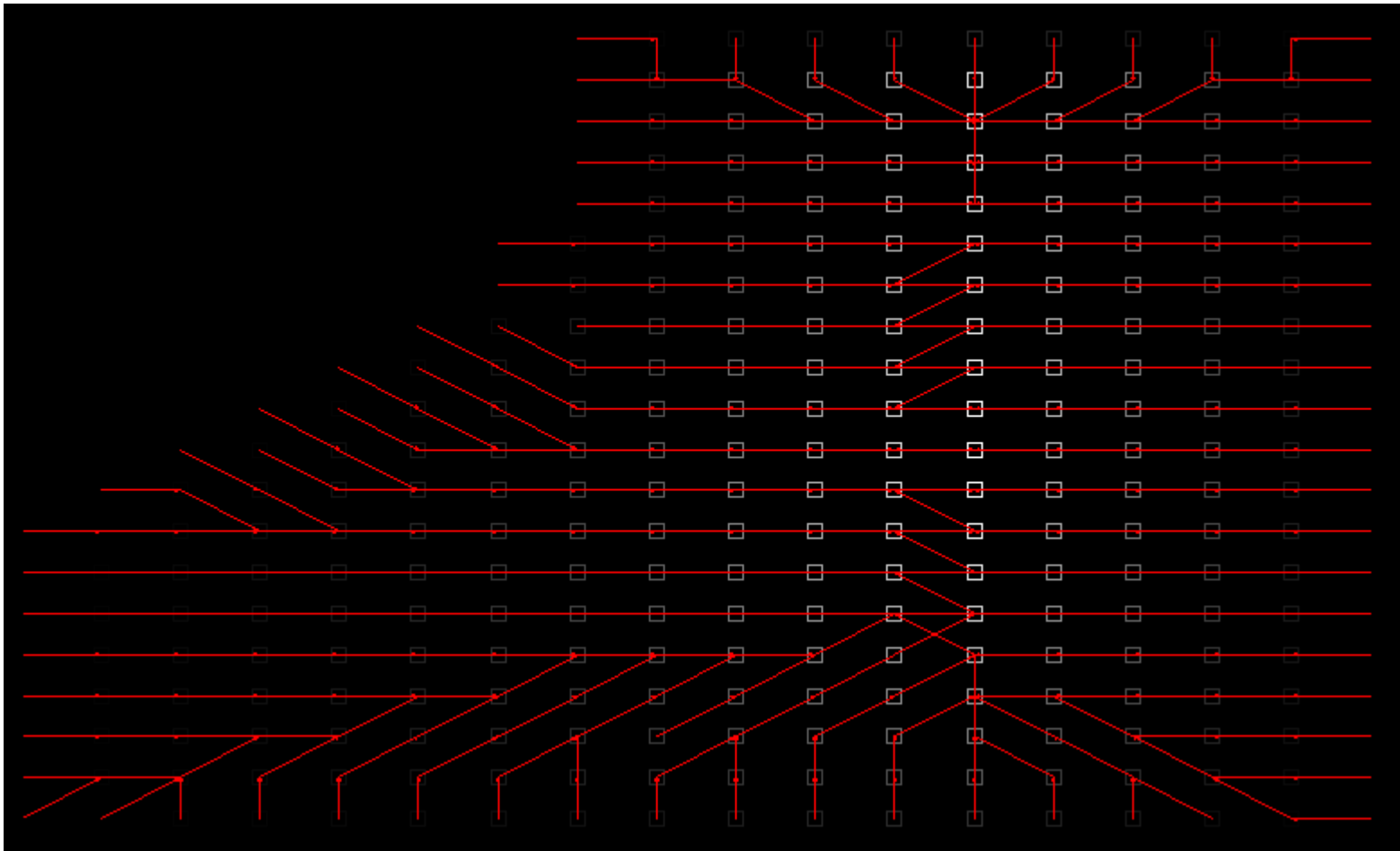


N

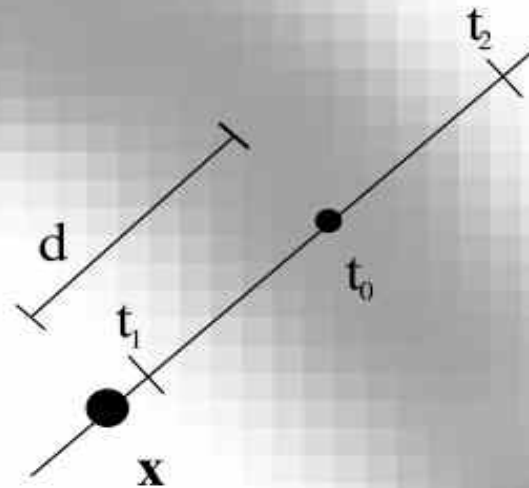
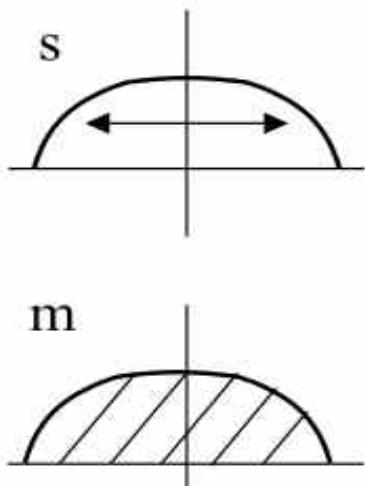


Gradient φ

phi(1)



Kantenmerkmale



- Extrahieren der charakteristischen Kantenmerkmale aller Pixel x

$$m(x) = \int_{t1}^{t2} N(\varphi_x(t)) dt$$

$$t_0 = \int_{t1}^{t2} t \cdot N(\varphi_x(t)) dt / m(x), \quad d = |d_0|$$

$$s(x) = \int_{t1}^{t2} (t - t_0)^2 \cdot N(\varphi_x(t)) dt / m(x)$$

EFCM

- lokaler Frame:

$$F(\nabla \tilde{I}(x)) = \|\nabla \tilde{I}(x)\|^{-1} \begin{pmatrix} r(x) \cdot \tilde{I}_x(x) & -\tilde{I}_y(x) \\ r(x) \cdot \tilde{I}_y(x) & \tilde{I}_x(x) \end{pmatrix}$$

- Intensitätssprung:

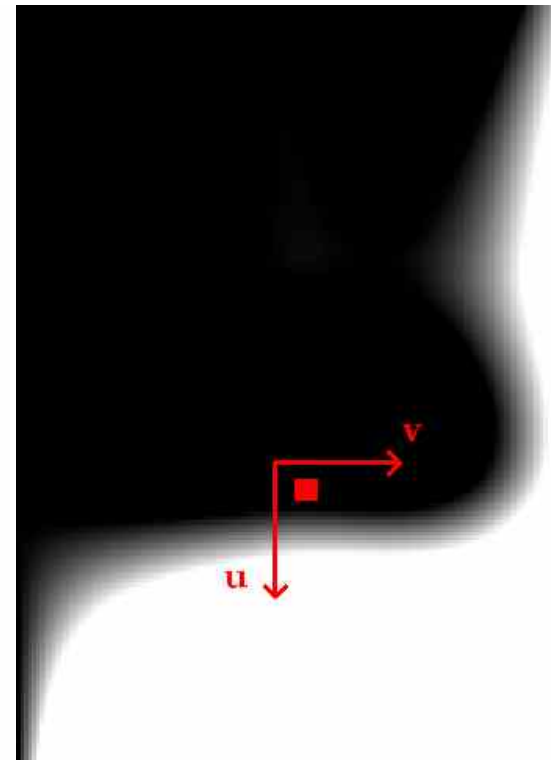
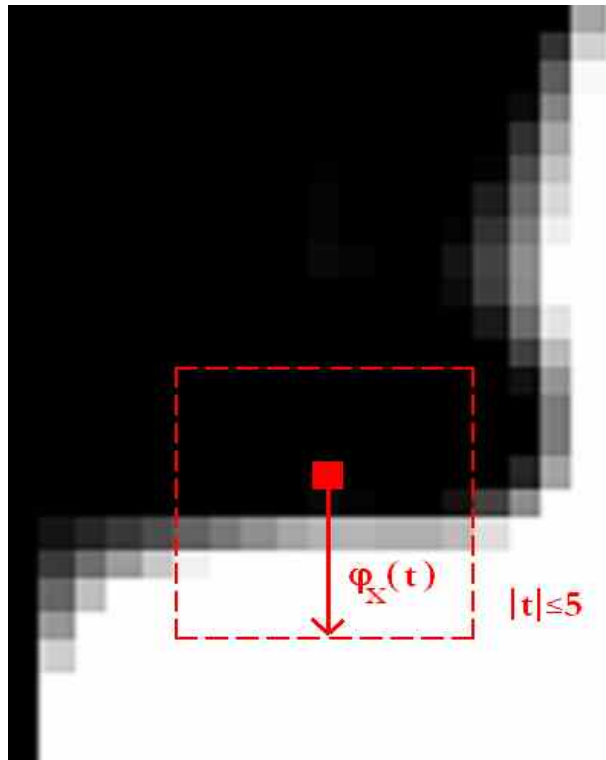
$$\delta(x, u) = I(x) - I(x + F(\nabla \tilde{I}(x)) \cdot u), \quad u = \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$$

- Durch Trainingsdaten konditionierter Mittelwert und Varianz von δ :

$$\mu(u | d, m, s) = E[\delta(x, u) | d, m, s]$$

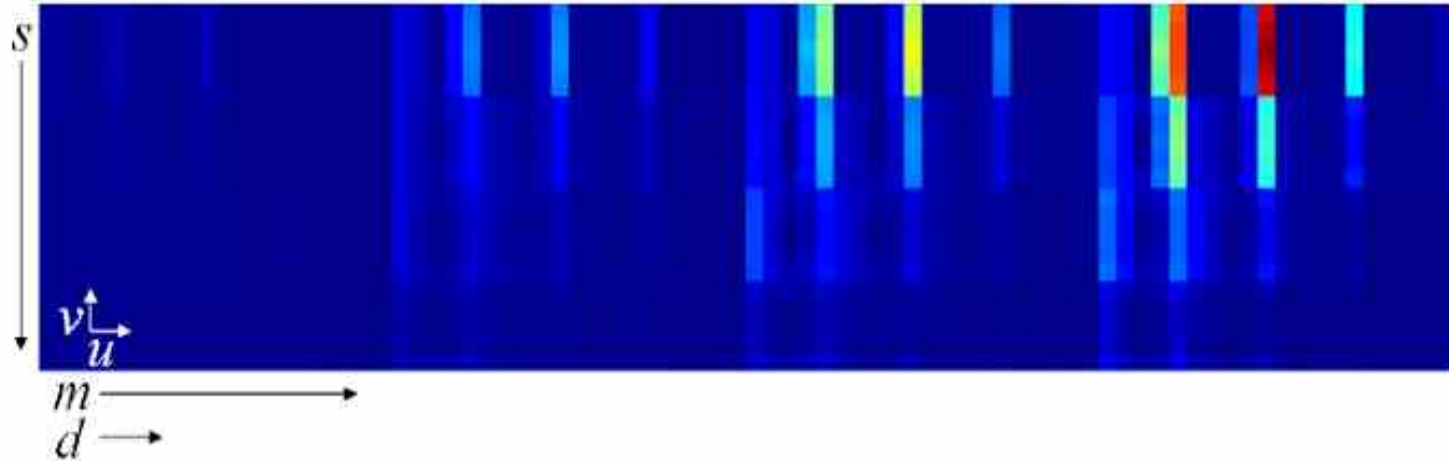
$$\sigma^2(u | d, m, s) = E[(\delta(x, u) - \mu(u | d, m, s))^2 | d, m, s]$$





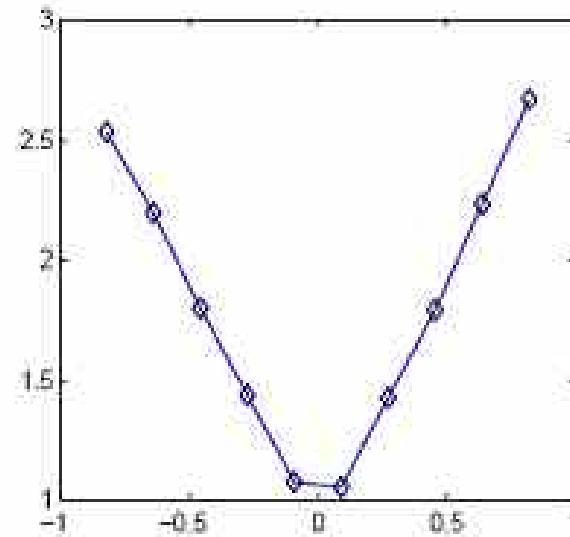
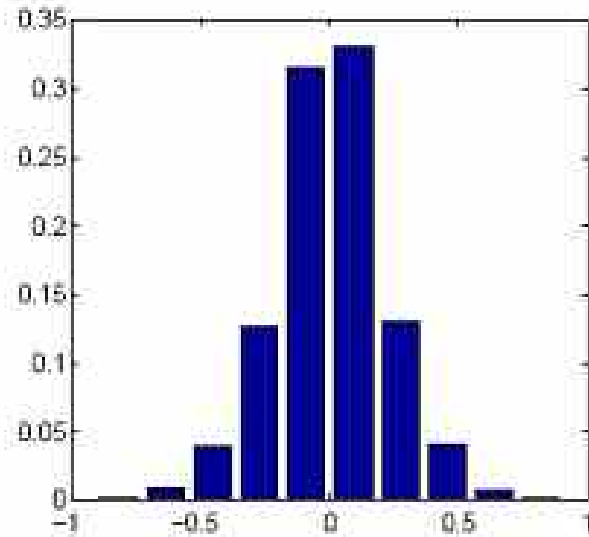
- Kantenorientierung u, v in I entspricht nächster Kante in \bar{I}
- Kantenparameter aus \bar{I} durch Reichweite von ϕ beschränkt
 → Kombination definiert Verteilung der Intensitätssprünge

Verteilung der Intensitätssprünge



- 5D-Graph: Verteilungsfunktion aus Trainingsdaten
- Zusammenhang zwischen Kantenparametern m , d und s
- Geschätzte Werte abhängig von Wahl der Parameter
→ EFCM erzwingt trainierte Intensitätssprünge

Verteilung der Intensitätssprünge



- Histogramm H der Trainingsdaten und $\sqrt{-\log(H)}$ basierend auf einer bestimmten Wahl von u , d , m und s
- Sprünge lassen sich über Normalverteilung abschätzen:

$$\delta(x, u) \sim N(\mu(u | d, m, s), \sigma^2(u | d, m, s))$$

Vorhersage mit Wahrscheinlichkeitsverteilung

- Gibbsverteilung mit bedingten Verteilungen:

$$P(I) = \frac{1}{Z} \prod^x \exp(-V_x(I))$$

- mit den Nachbarschaftsbeziehungen:

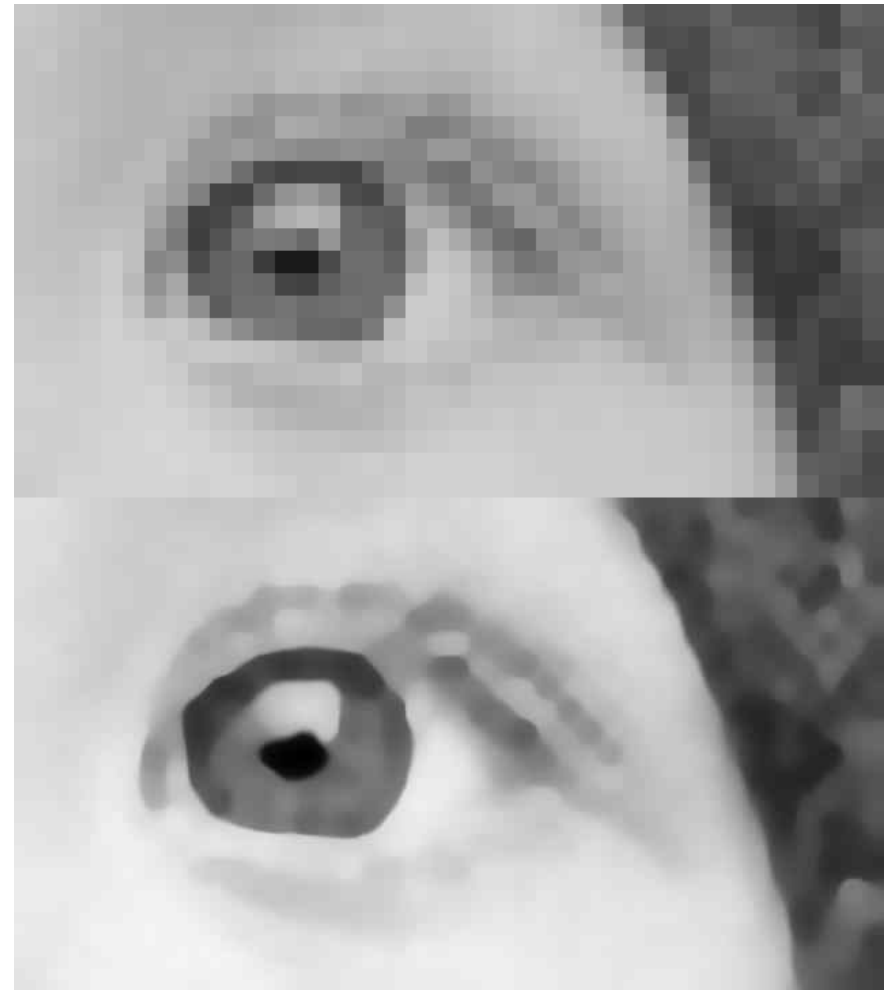
$$V_x(I) = \sum_u \frac{(\delta(x, u) - \mu(u|d(x), m(x), s(x))))^2}{\sigma^2(u|d(x), m(x), s(x))}$$

- Nebenbedingung: Beibehaltung der Intensitäten zwischen unterschiedlichen Auflösungen
- Farbadaption durch lineare Transformation



Resultate

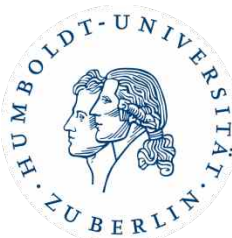
- Methode produziert scharfe Kanten, auch bei sehr niedrig aufgelösten Ausgangsbildern
- Minimale visuelle Artefakte
- Nachteil: Hervorhebung von Kanten reduziert Qualität von Textur und Details
+ hoher Rechenaufwand



Zoom x16



x8





x4



bikubisch



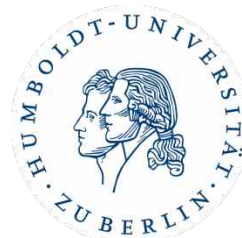
simple edge
directed

x4

new edge
directed



neue
Methode



Example based super resolution

x8

Neue Methode



Example based super resolution

x4

Neue Methode



Fragen?

