

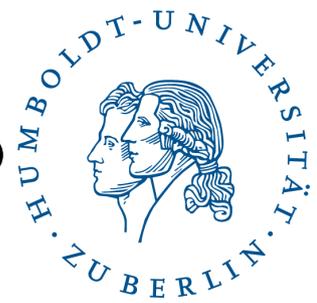
Super-Resolution



Irena Kpogbezan & Moritz Brettschneider

Seminar Computational Photography

Super-Resolution – Was ist das?



Vergrößerung der Auflösung von Bildern bei verbesserter Wahrnehmung von Informationen für den menschlichen Beobachter



Zwei Verschiedene Methoden

Multiframe

Mehrere Bilder

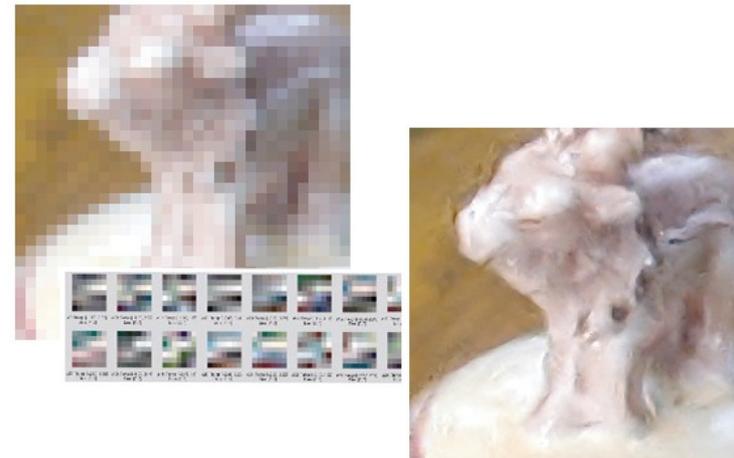
Rekonstruktion



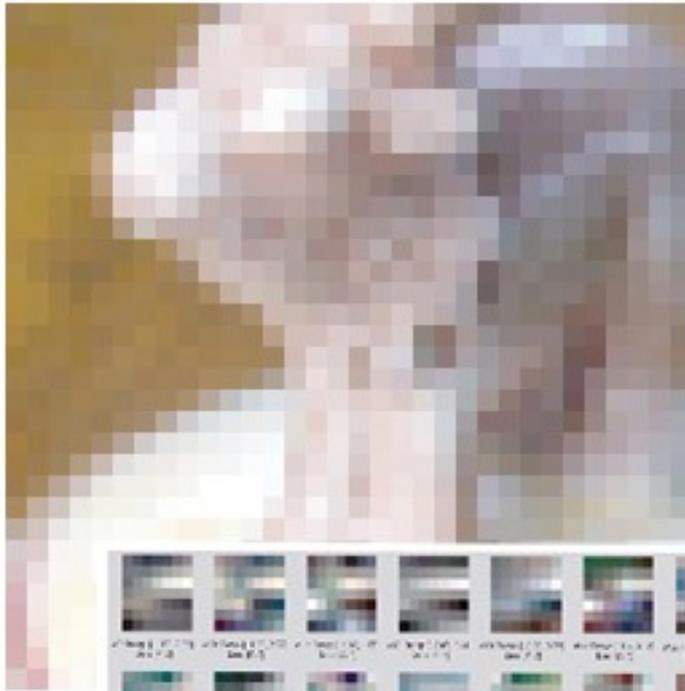
Example based

Ein Bild + Datenbank

Verwendung von
Fremdinformationen



Example Based SR



Example Based SR

Ausgangsbild

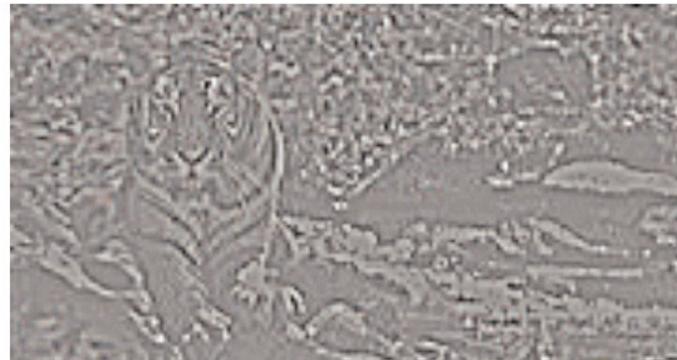


Interpolation



gewünschtes
Resultat

Kontrastnormalisierung



Algorithmus

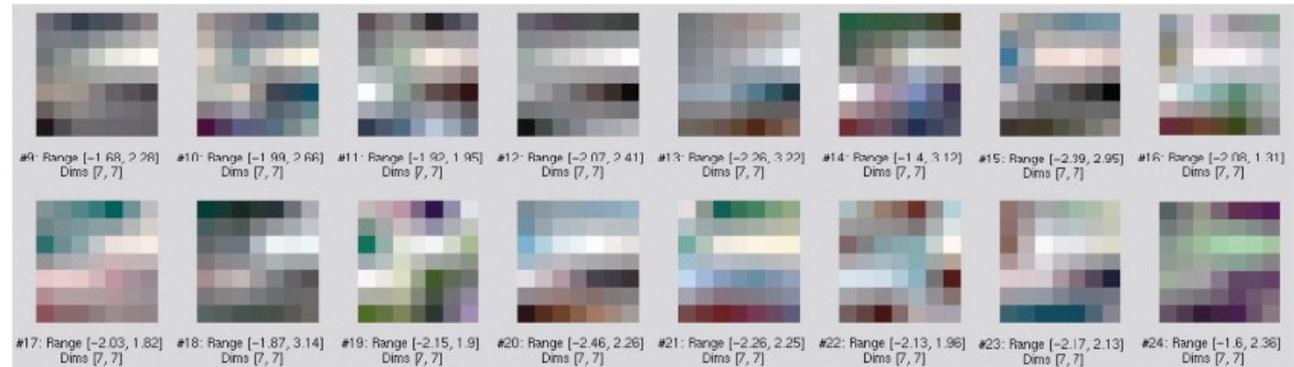


Trainingset

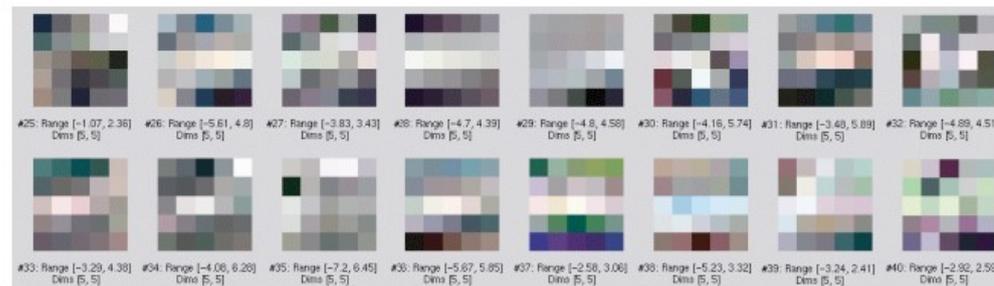
Input patch



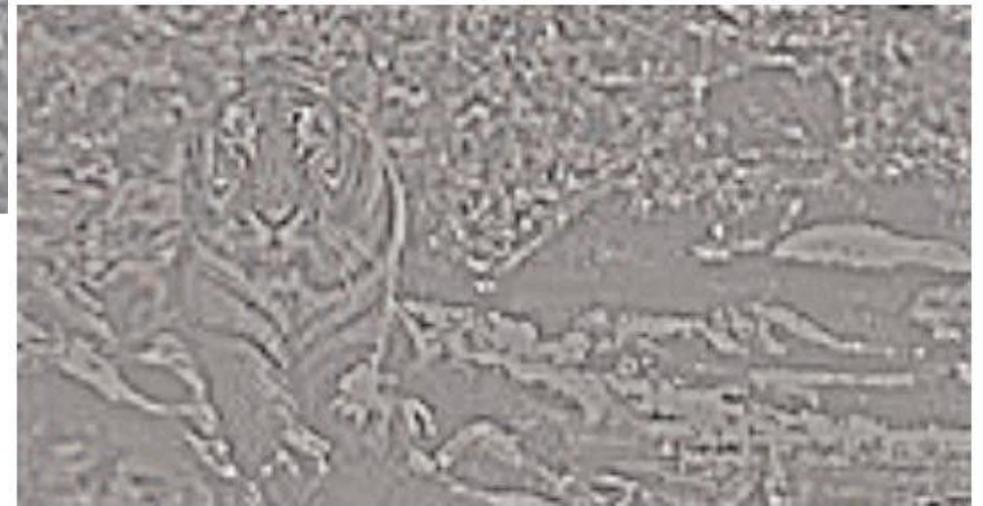
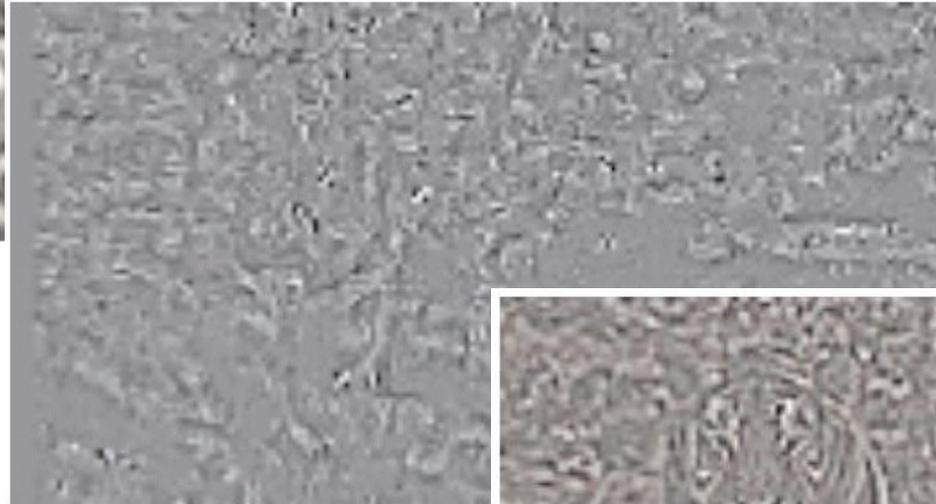
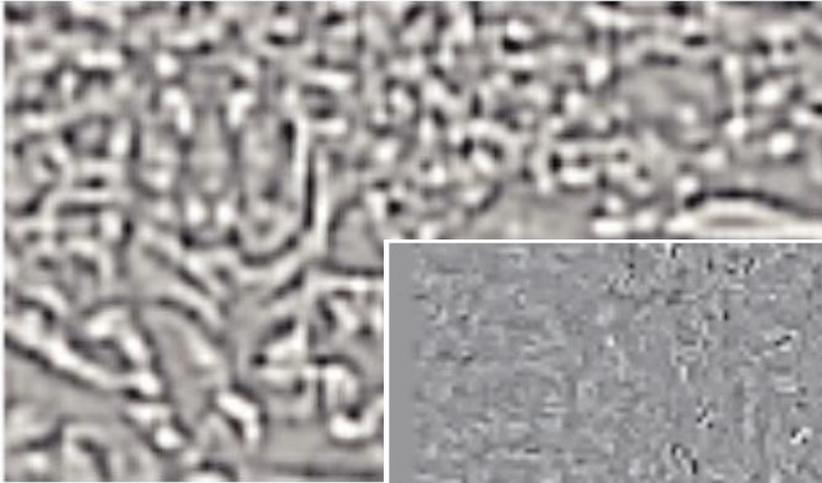
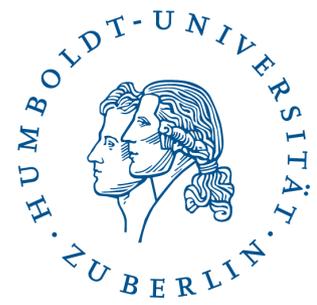
Closest image patches from database



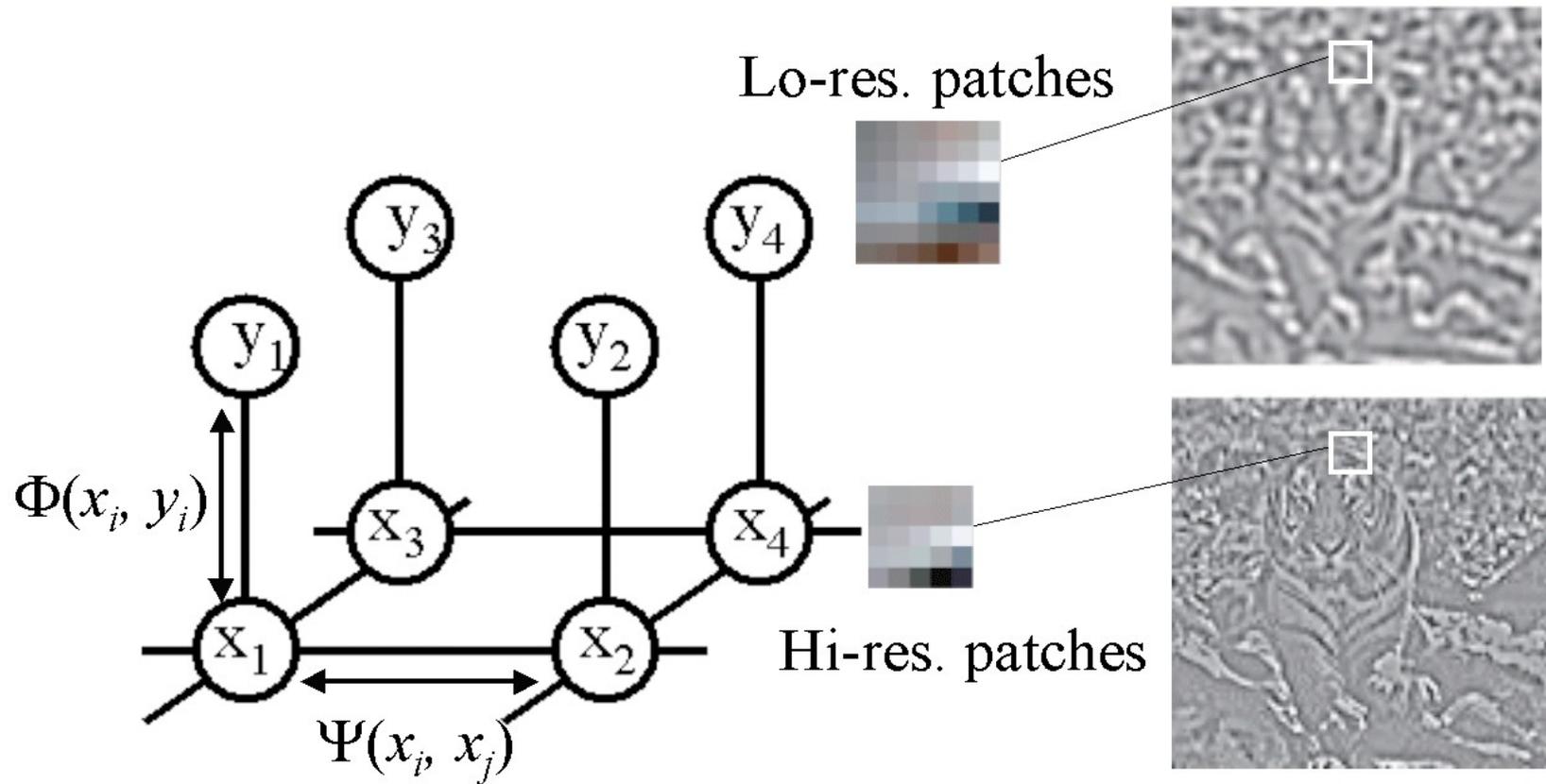
Corresponding high-resolution patches from database



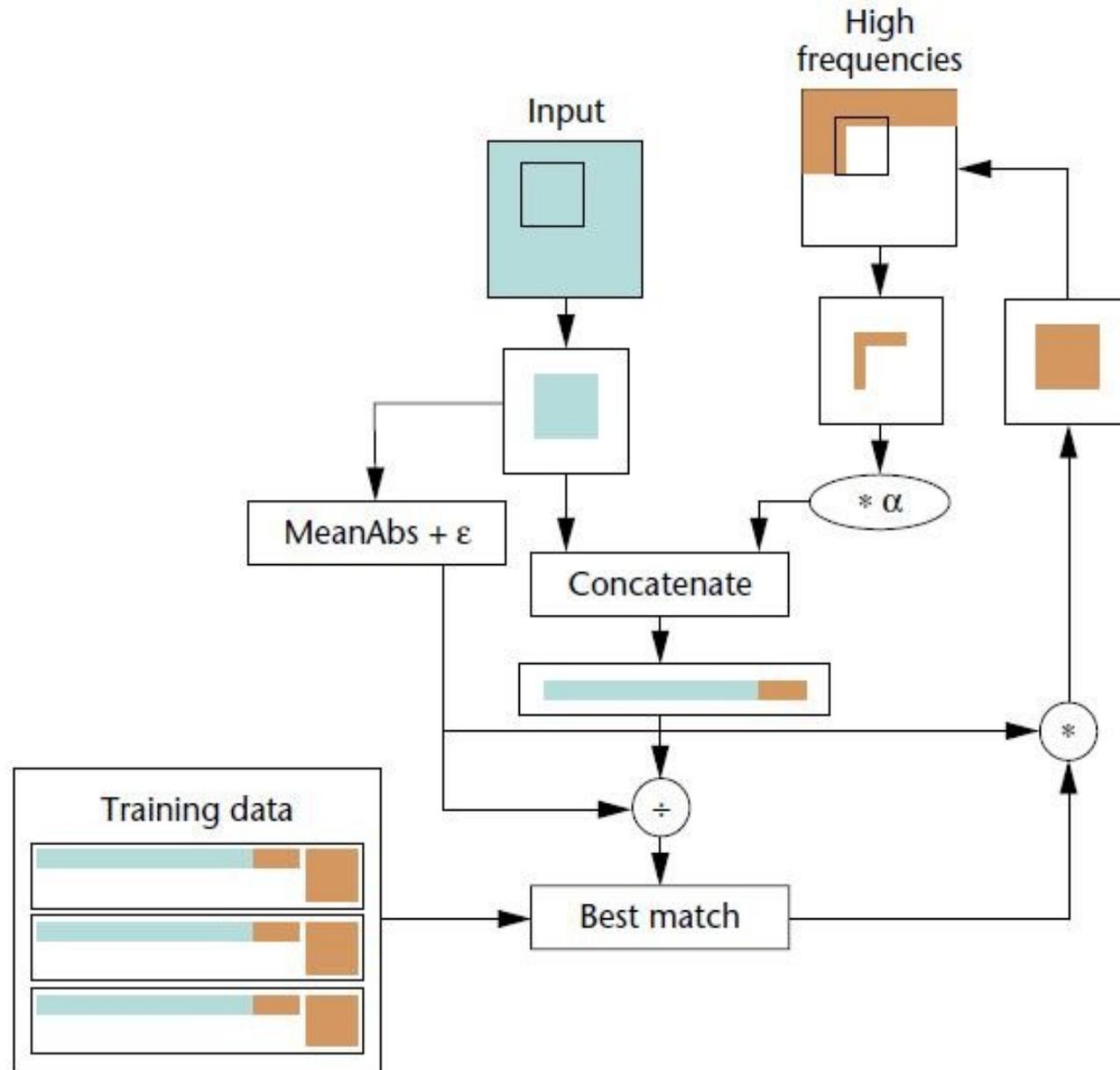
Räumliche Informationen



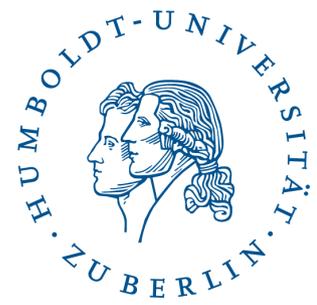
Markov-Netz



One Pass Algorithm



geeignete Training Sets



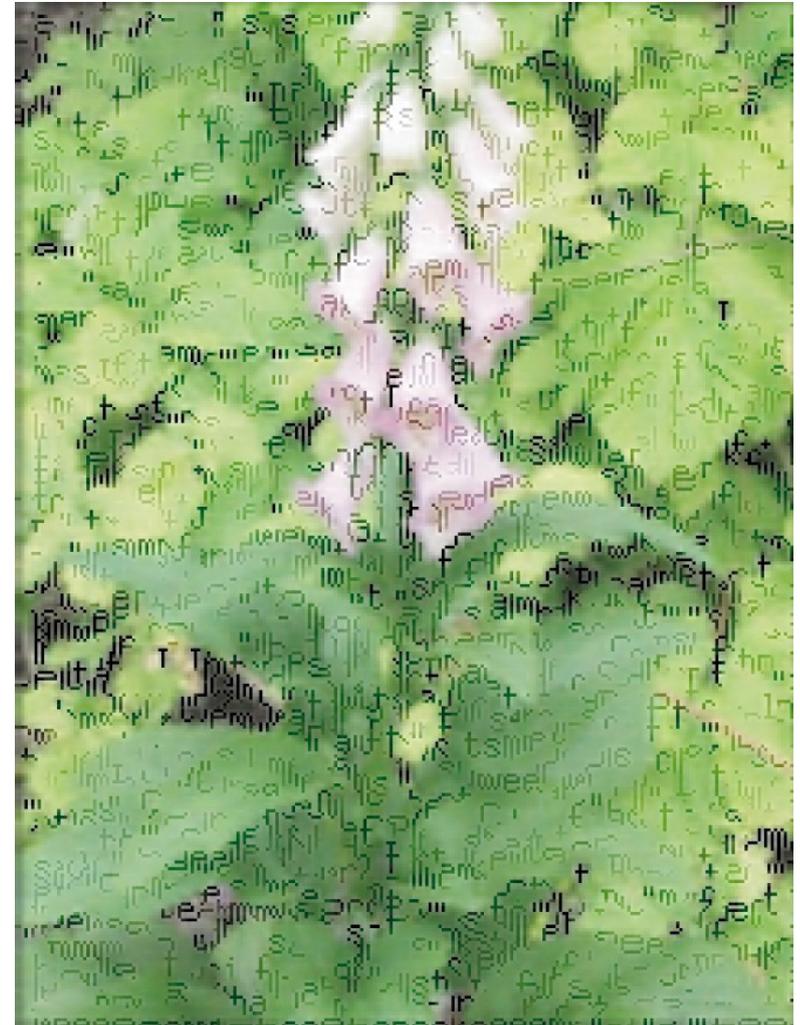
ungeeignete Training Sets



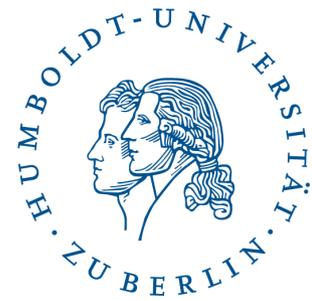
+

=

any illegally obtained, or
an evacuated ruling by the fe
ystem, and sent it down to a new
fined a standard for weighing
er a product-bundling decisio
soft says that the new feature:
and personal identification:
o soft's view, but users and th
aded with consumer innovatio
ne PC industry is looking for.

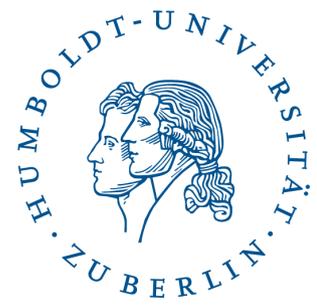


Anwendungsbeispiele

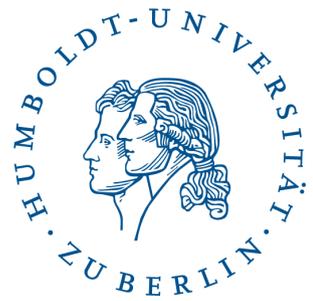


Handyfoto als Wallpaper
Ausschnitt aus einem Bild als Bild
sparen von Speicher ohne übermäßigem
Qualitätsverlust
Fahndungsfotos

Multiframe Superresolution



Multiframe Superresolution



Idee:

Eingabe von mehreren niedrig aufgelösten Bildern der selben Szene, welche um Subpixel verschoben sind

dadurch mehr Informationen, mit denen das Hochaufgelöste Ergebnis rekonstruiert werden soll

Besonderheit: kein Raten, Rekonstruktion

Vorteile

billigere Sensoren nutzbar

mehrfache Aufnahme kostet nichts

trotzdem hohe Auflösung erreichbar

Anwendung von Multiframe SR

Texterkennung
(z.B. Kennzeichen)

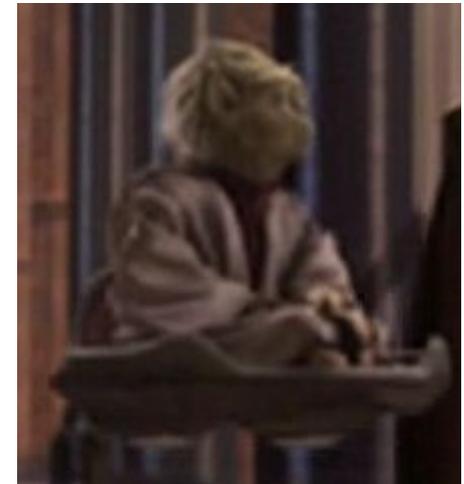
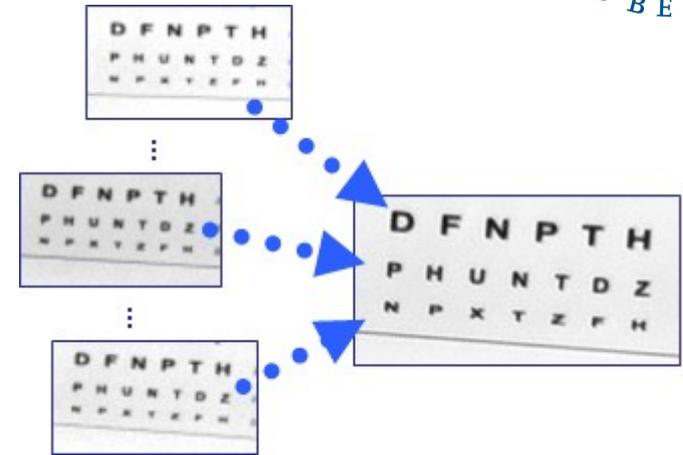
Medizin

Satelliten Fotos

Videoüberwachung

Videovergrößerung

Mikroskopie



Problemstellung

Realität



$X(x, y)$

H_{atm}

athmosphärische Unschärfe



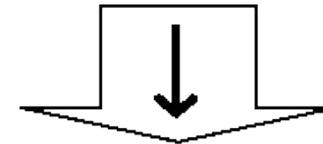
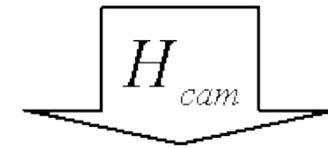
F

Bewegung (Verschiebung,
Drehung, Größenveränderung)



Problemstellung (2)

kamerainterne Unschärfe



Unterabtastung des Bildes
(kleine Auflösung)



Rauschen



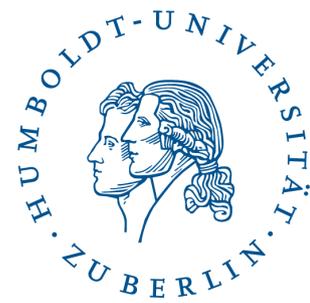
$V[m, n]$

Niedrigaufgelöstes Bild



$Y[m, n]$

Mathematische Darstellung



$$\underline{Y}_k = D_k H_k^{cam} F_k H_k^{atm} \underline{X} + \underline{V}_k$$

X Realität

H_k^{atm} atmosphärische Unschärfe

F_k Transformation zwischen den hochaufgelösten Bildern

H_k^{cam} kamerainterne Unschärfe

D_k Unterabtastung des Bildes

V_k Verrauschen der Daten durch das Sensorelement

Y_k Bildsequenz der niedrig aufgelösten Bilder

Mathematische Darstellung



$$\underline{Y}_k = D_k H_k F_k \underline{X} + \underline{V}_k$$

X	Realität
H_k	Unschärfe
F_k	Bildregistrierungsschritt, transformiert das hochaufgelöste Bild
D_k	Unterabtastung des Bildes
V_k	Verrauschen der Daten durch das Sensorelement
Y_k	Bildsequenz der niedrig aufgelösten Bilder

Teilverfahren

Registrierung der Bilder der Sequenz auf ein Referenzbild(Bewegungsschätzung)

Schätzung der Einflüsse bei der Aufnahme

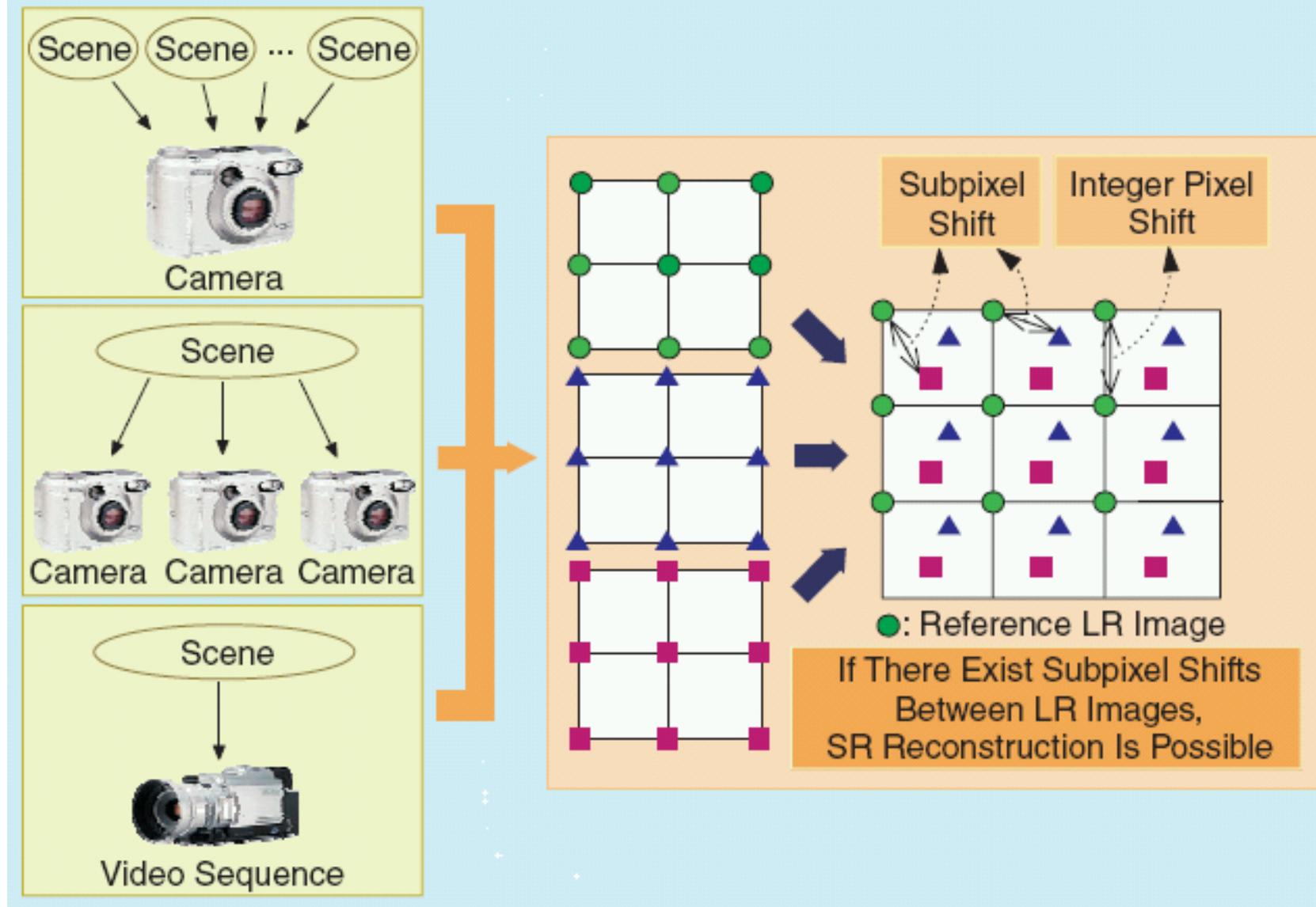
optische Unschärfe

Verrauschen der Daten durch das Sensorelement

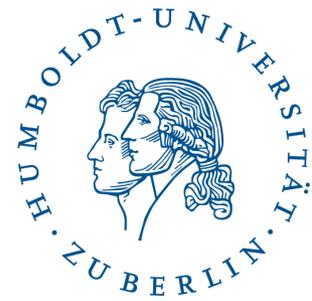
Rekonstruktion des hochaufgelösten Bildes

Bildregistrierung

$$\underline{Y}_k = D_k H_k F_k \underline{X} + \underline{V}_k$$



Bildregistrierung



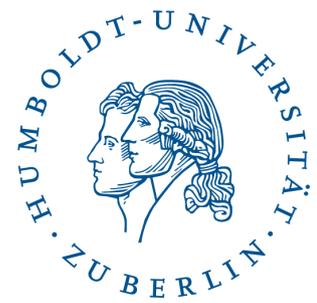
Aufgabe: mehrere Bilder derselben Szene, in bestmögliche Übereinstimmung miteinander bringen

einer der wichtigsten Schritte für die Qualität des Verfahrens

kleine Fehler können Unschärfe des Resultates bewirken

Ziel: Bildsequenz ohne geometrische Veränderung

Bildregistrierung (2)



Schritte:

1. Merkmalsdetektion
2. Matching von Merkmalen
3. Parameterbestimmung der Transformation
4. Transformation und Resampling der Bilder

Rauschunterdrückung

$$\underline{Y}_k = D_k H_k \underline{F}_k \underline{X} + \underline{V}_k$$

Verschlechterung eines elektronisch aufgenommenen Bildes durch Störungen, ohne Bezug zum eigentlichen Bildinhalt

z.B: Teager-Filter

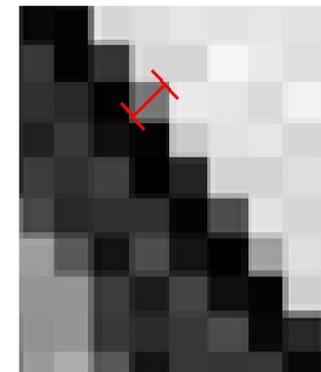


Kameraunschärfe

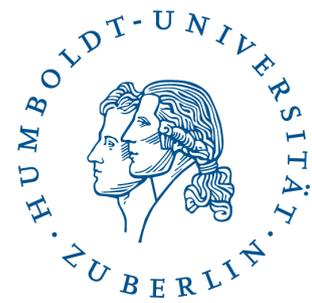
$$\underline{Y}_k = D_k \underline{H}_k \underline{F}_k \underline{X} + \underline{V}_k$$

Punktverbreiterungsfunktion:

beschreibt, wie ein punktförmig angenommenes Objekt durch Einflüsse der Optik und des Empfängers in ein flächenhaftes Gebilde verbreitert wird



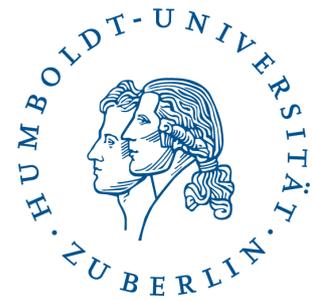
Unterabtastung des Bildes



$$\underline{Y}_k = D_k H_k F_k \underline{X} + \underline{V}_k$$

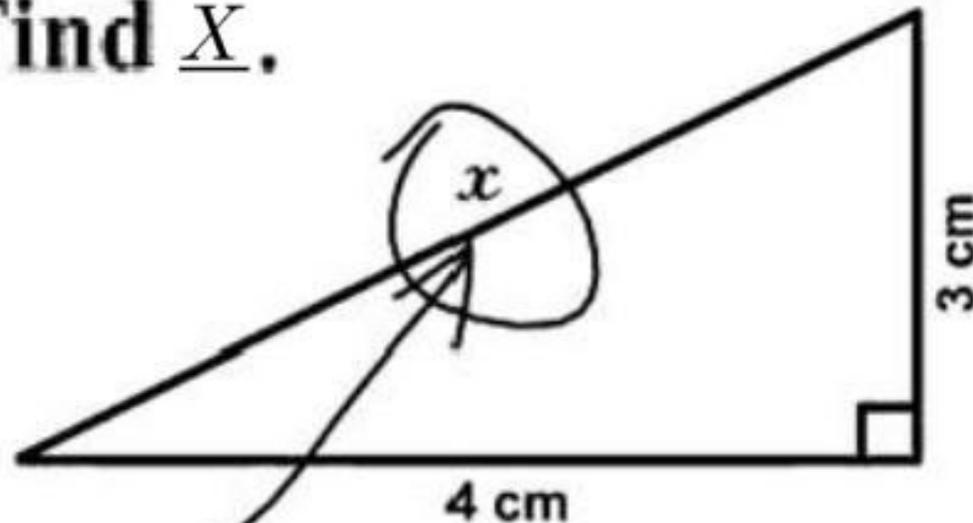
bestimmt durch Auflösung des LR-Bildes

Rekonstruktion des hochaufgelösten Bildes



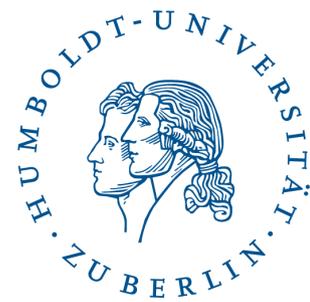
$$\underline{Y}_k = D_k H_k F_k \underline{X} + \underline{V}_k$$

Find X .



Here it is

Rekonstruktion des hochaufgelösten Bildes



$$\underline{Y}_k = D_k H_k F_k \underline{X} + \underline{V}_k$$

Abstandsfunktion

$$\rho(\underline{Y}_k, D_k H_k F_k \underline{X})$$

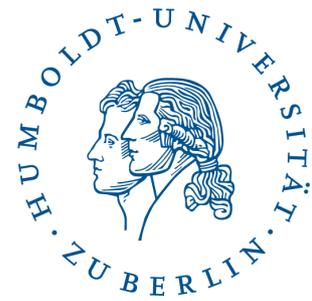
Summe der Abstände

$$\sum_{k=1}^N \rho(\underline{Y}_k, D_k H_k F_k \underline{X})$$

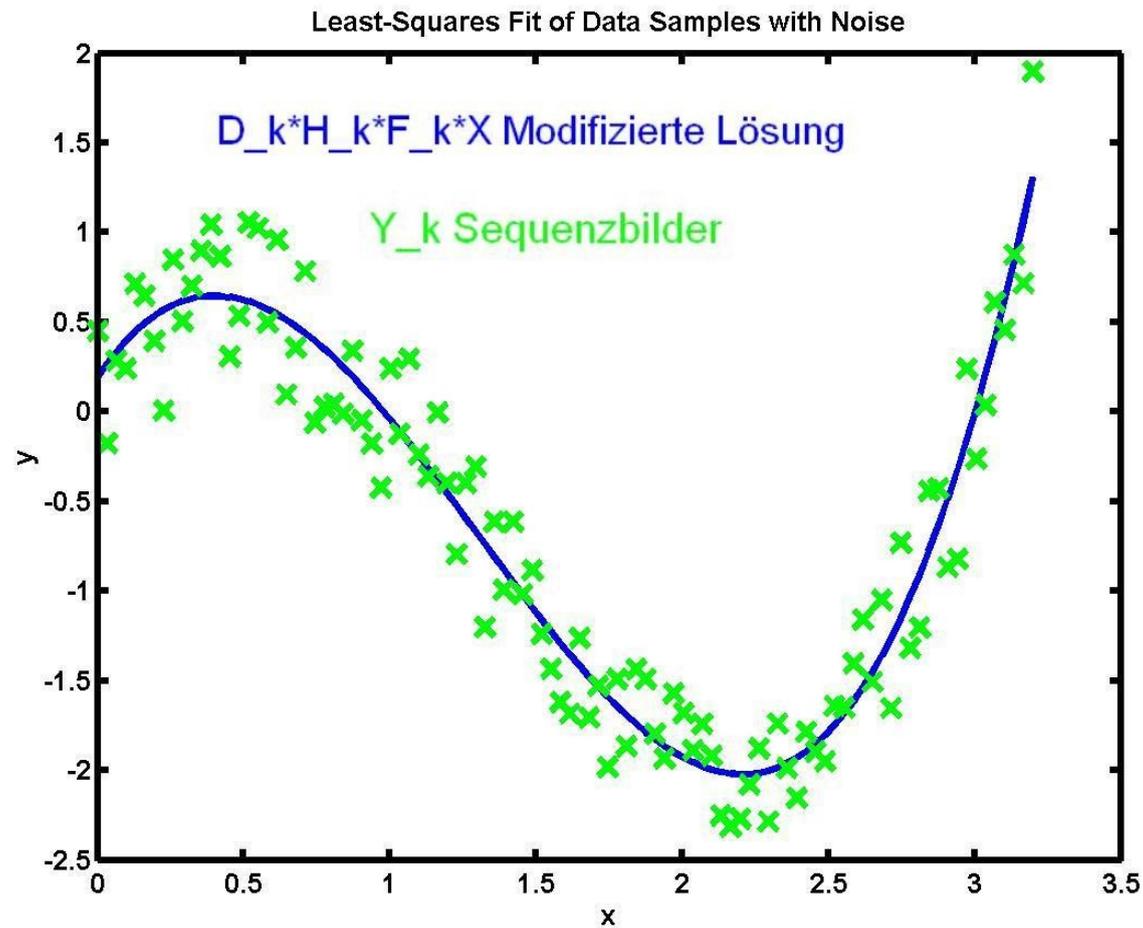
möglichst klein

$$\hat{\underline{X}} = \underset{\underline{X}}{\text{ArgMin}} \left[\sum_{k=1}^N \rho(\underline{Y}_k, D_k H_k F_k \underline{X}) \right]$$

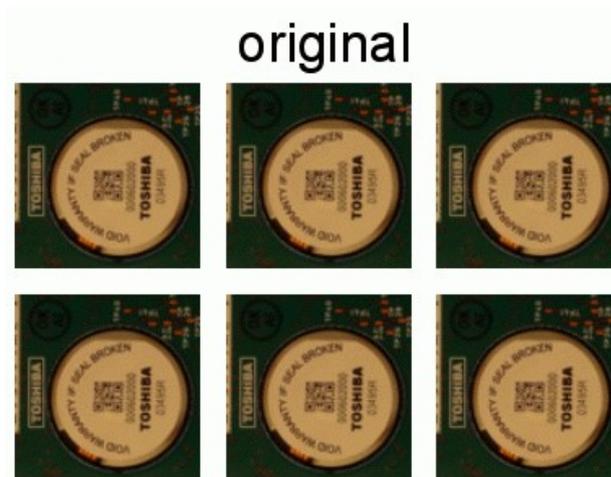
Rekonstruktion des hochaufgelösten Bildes



$$\hat{\underline{X}} = \underset{\underline{X}}{\text{ArgMin}} \left[\sum_{k=1}^N \|D_k H_k F_k \underline{X} - \underline{Y}_k\|_2^2 \right]$$



Beispiel 1



...20 images (captured with Sony DSC-P120)



iterative backprojection



nearest neighbour

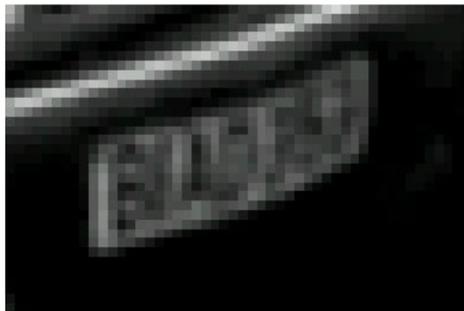


our method

Beispiel DVD - Lola Rennt



(a) raw input



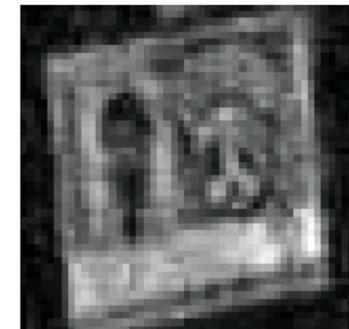
(d) Sim. x 4, $\sigma = 0.55$



(c) raw input



(e) Sim. x 4, $\sigma = 0.55$

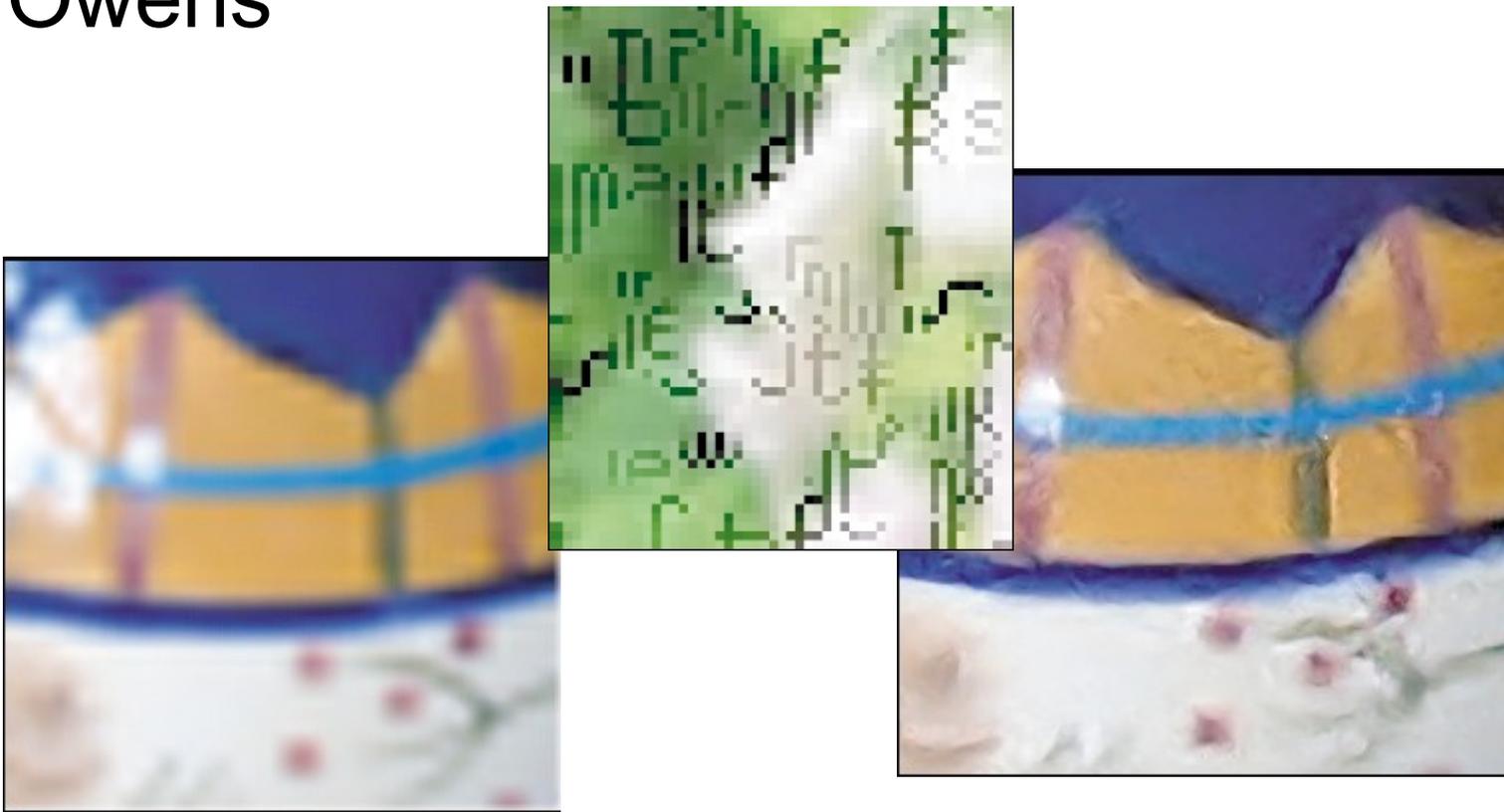


(f) Sim. x 4, $r = 1.2$

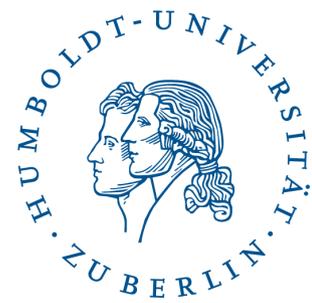


„Unfortunately, there is no general theory for determining what is `good' image enhancement when it comes to human perception. If it looks good, it is good!“

Robyn Owens



Quellen



William T. Freeman, Thouis R. Jones, Egon C Pasztor, "Example-Based Super-Resolution," IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 22, no. 2, pp. 56-65, Mar./Apr. 2002, doi:10.1109/38.988747