



## Beseitigung von Bewegungsunschärfe

Oliver Kelling, Mirco Menze

# SEMINAR

# COMPUTATIONAL PHOTOGRAPHY

# Einführung

Milderung bzw. Vermeidung von Unschärfe durch:

1. Kürze Belichtungszeiten
2. Stabilisierende Linsen
3. Stativ
4. Blitz

Ansätze lösen das Problem nicht für lange Belichtungen unter schlechten Lichtverhältnissen.



# Gliederung

1. Grundlagen
2. Wie kann Bewegungsunschärfe entfernt werden
  1. Beschreibung der Bewegung mit PSF
  2. Entfaltung mit Richardson-Lucy
3. Ermittlung der PSF
  1. Aus mehreren Bildern
  2. Aus einem Bild
4. Zusammenfassung
5. Quellen



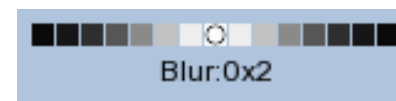
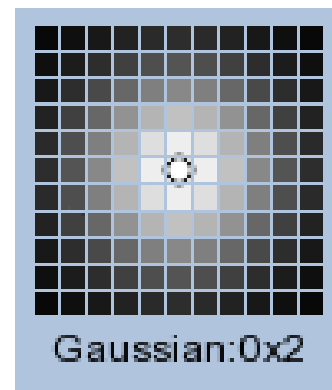
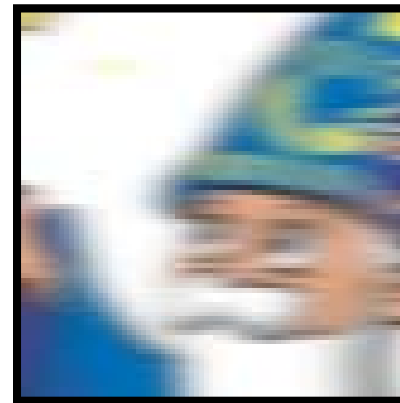
# Wie kann Bewegungsunschärfe beseitigt werden?

- Unscharfes Bild, Bewegung nicht bekannt
- Bewegung muss beschrieben werden
  - Mehrere Bewegungen unterschiedlicher Richtung und Intensität
  - Beschreibung durch Blur Kernel (PSF, Point Spread Function)
- Model:

$$I = L \otimes K (+N)$$



# Blur Kernel (PSF)



# Faltung – Entfaltung

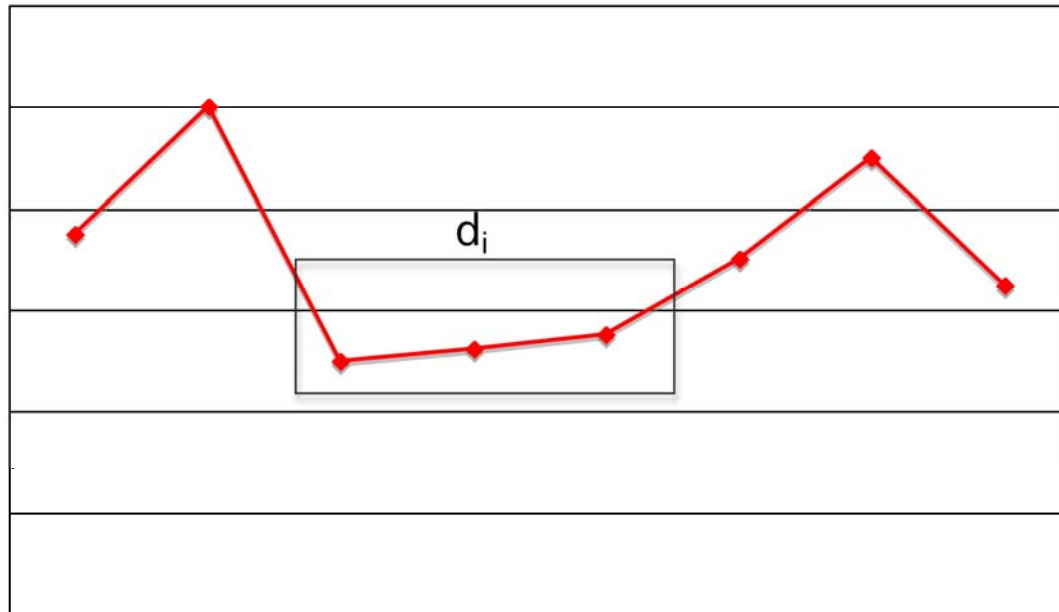


$$I = L \otimes K \quad (+N)$$

- Viele bekannte Verfahren
- z.B. Richardson-Lucy

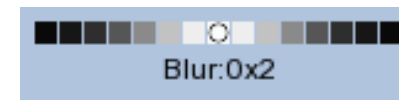
# Faltung – Entfaltung

$$d_i = \sum_j PSF_{ij} \cdot u_j$$



$d_i$  = Pixel im  
Unscharfen Bild an  
Position  $i$

$u_j$  = Pixel im scharfen  
Bild an Position  $j$



$$\left[ \frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2} \right]$$

# Ermittlung der PSF

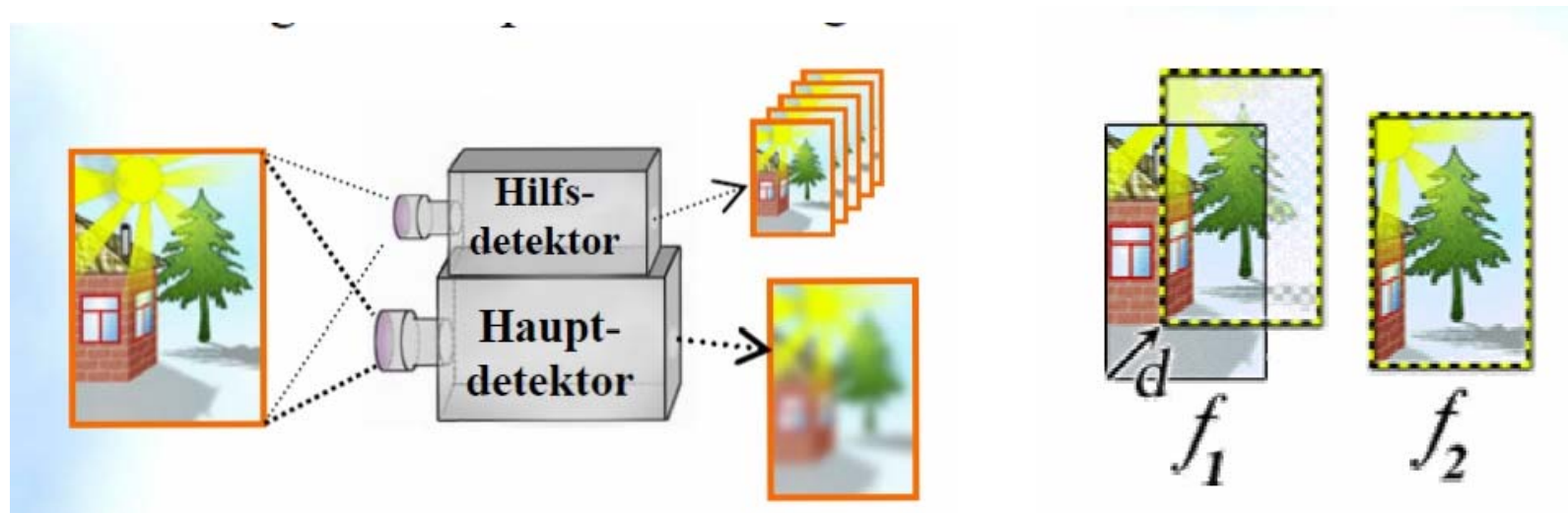
1. Grundlagen
2. Wie kann Bewegungsunschärfe entfernt werden
  1. Beschreibung der Bewegung mit PSF
  2. Entfaltung mit Richardson-Lucy
3. Ermittlung der PSF
  1. Aus mehreren Bildern
  2. Aus einem Bild
4. Zusammenfassung
5. Quellen





# Mehrere Bilder (Hybrider Ansatz)

- Bewegungsvorhersage während der Aufnahme
- Nutzung zweier Sensoren
- während der Belichtung des ersten Sensors speichert zweiter Sensor (mit niedriger Auflösung) eine Folge von Bildern
- Ergebnis: Belichtungszeiten von bis zu 4s



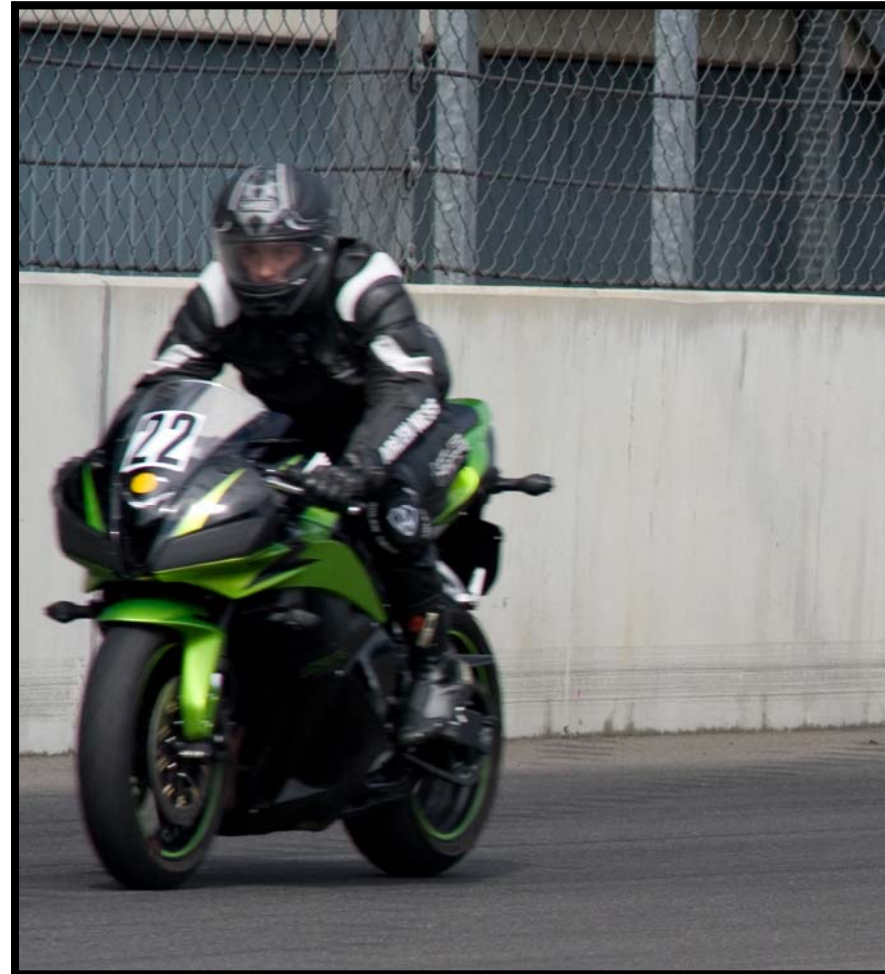
# Mehrere Bilder



# Einzelnes Bild

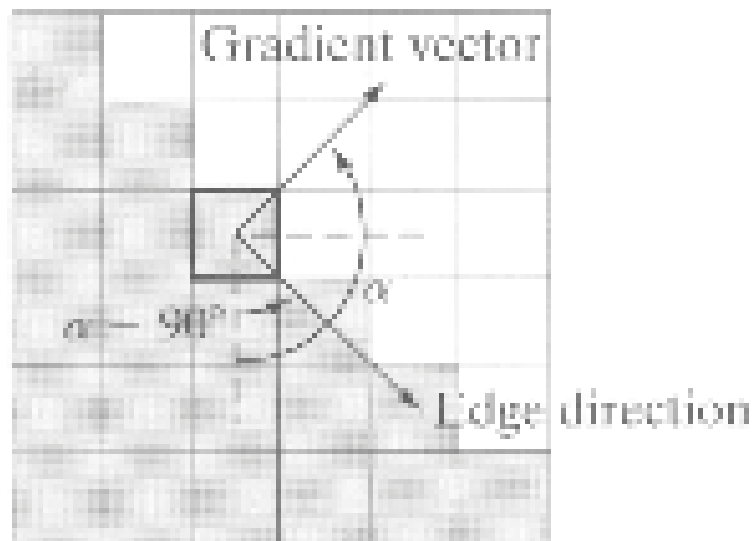
$$I = L \otimes K (+N)$$

- Nur wenige Informationen stehen zur Verfügung:
  - I bekannt
  - Über L und K müssen Annahmen getroffen werden



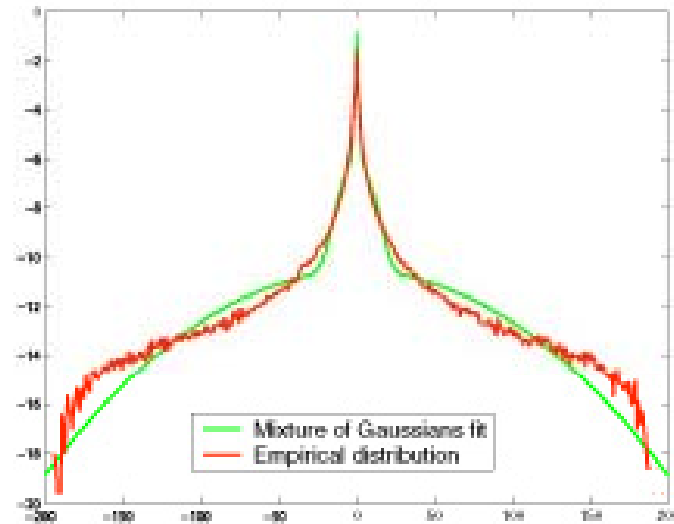
# Der Gradient

- Gradienten zeigen größte Änderung von Pixelwerten in einem Bereich



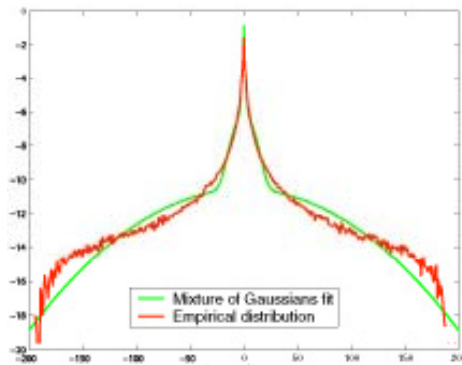
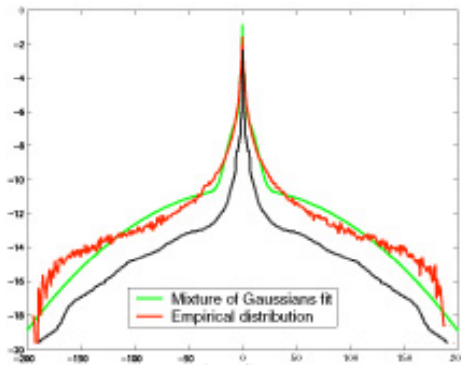
# Der Gradient

- Annahme: Verteilung der Gradienten ist in jedem natürlichen Bild ähnlich



# Der Gradient

$$I = L \otimes K (+N)$$



# Zusammenfassung

- Einzelnes Bild: schwierig, da sehr wenige Informationen vorhanden sind
  - man muss Annahmen treffen (Gradientenverteilung)
- Mehrere Bilder: Bestimmung der *Point Spread Function* gut möglich
- Hybrider Ansatz: Messung der Kamerabewegung während der Bildaufnahme (mithilfe zweier Linsen) und Entfernung der Unschärfe
  - bester Ansatz
  - Belichtungen bis 4s möglich



# Quellen

- FERGUS, R., SINGH, B., HERTZMANN, A., ROWEIS, S. T., AND FREEMAN, W. T. Removing camera shake from a single photograph. ACM Trans. Graph. 25, 3 (2006), 787–794.
- CUNNINGHAM, D. Image Motion Deblurring. Abrufbar unter: [http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/LOCAL\\_COPIES/AV0506/s0198594.pdf](http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/LOCAL_COPIES/AV0506/s0198594.pdf). Letzter Zugriff: 1. Juni 2010.
- SHESTEROV O. Motion Deblurring. Abrufbar unter: <http://cvpr.uni-muenster.de/teaching/ws04/seminarWS04/downloads/MotionDeblurring-Folien.pdf>. Letzter Zugriff: 14. Juni. 2010.
- TOENNIES K. Grundlagen der Bildrestauration. Abrufbar unter: <http://www.isg.cs.uni-magdeburg.de/bv/skript/gbv/BV06.pdf>. Letzter Zugriff: 14. Juni 2010.
- Die 1. Ableitung - der Gradient. Abrufbar unter: [http://www.cs.uni-paderborn.de/fileadmin/Informatik/AG-Domik/teaching/lectures/ws0809\\_dbv/slides/ErsteAbleitung.pdf](http://www.cs.uni-paderborn.de/fileadmin/Informatik/AG-Domik/teaching/lectures/ws0809_dbv/slides/ErsteAbleitung.pdf). Letzter Zugriff: 10. Juni 2010
- ImageMagick v6 Examples – Convolution of Images. Abrufbar unter: <http://www.imagemagick.org/Usage/convolve/>. Letzter Zugriff: 10. Juni 2010

