



# Erzeugung von Panoramabildern – Berechnung der Parameter des Kameramodells

**Sina Deibert**

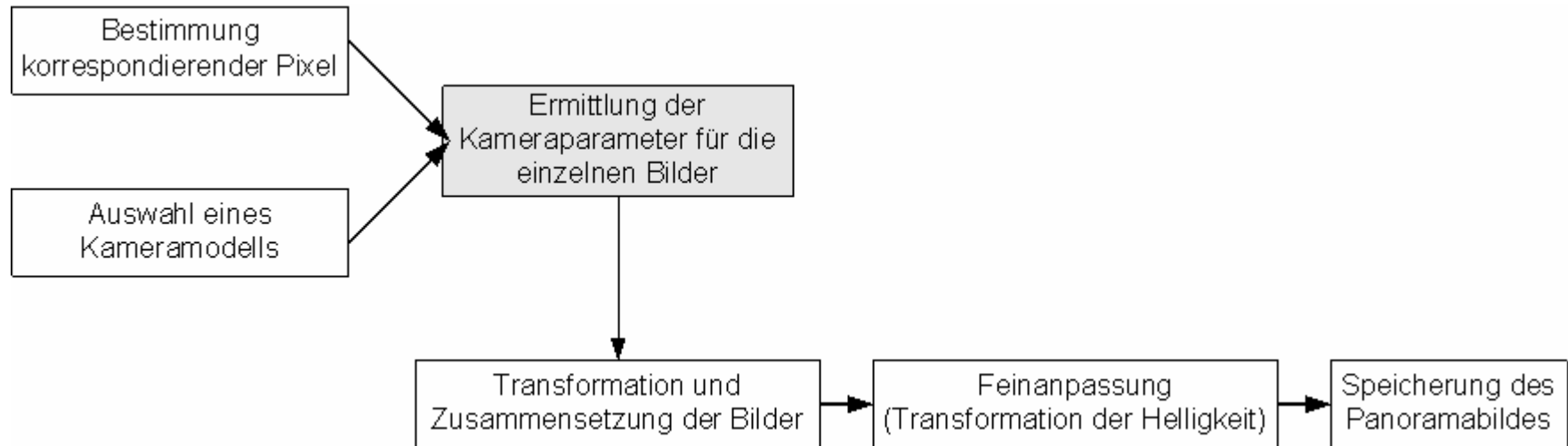
**Lehrstuhl für ABWL und Wirtschaftsinformatik**

**23. April 2008**

- Motivation/Grundlagen
- Erzeugung von Panoramabildern
- Verfahren zur Berechnung des Kameramodells
  - Übersicht
  - Iterative Bildregistrierungstechnik
  - Parameterberechnung für affine Kamerabewegungen
- Fazit

- Bewegung der Kamera und/oder von Objekten
  - > unterschiedliche Kameraausrichtung
- Verschiebungsvektor
- Bild-Registrierung
- Optischer Fluss

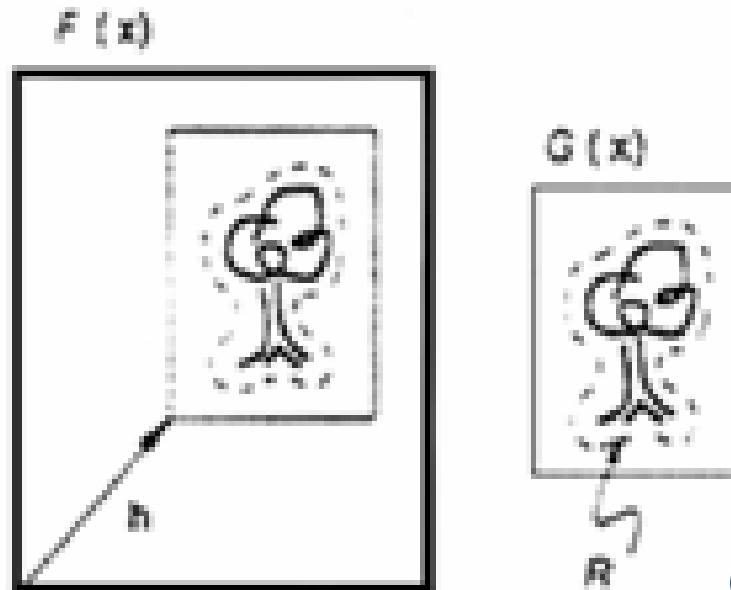
# Erzeugung von Panoramabildern



- **Zusammensetzung der Bilder**
  - Parameter der Kamerabewegung
  - Parameter für Helligkeit

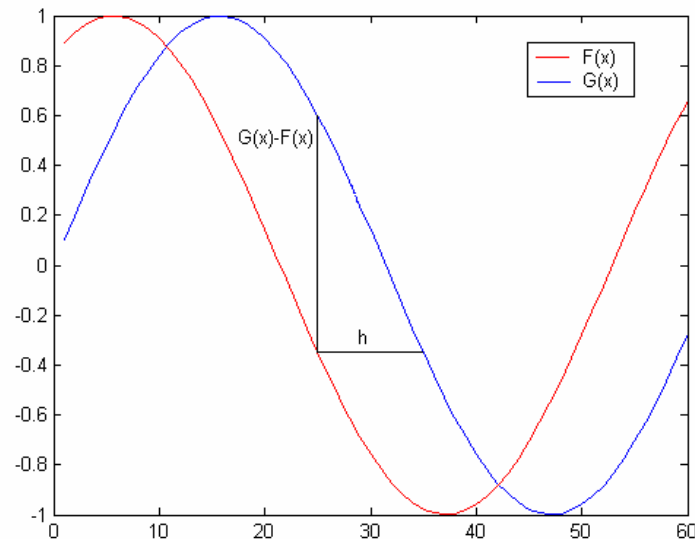
- Erschöpfende Suche
- Hill-Climbing-Verfahren
- Sequential Similarity Detection Algorithm (SSDA)
- Grob-Fein-Suche
  
- Kombination der einzelnen Verfahren möglich

- Entwickelt von Lucas und Kanade 1981
  - Ziel: Berechnung von Verschiebungen
- Ablauf
  - Suche von Übereinstimmungen
  - Bestimmung des Verschiebungsvektors  $h$



(Quelle: Lucas et al. 1981)

# Iterative Bildregistrierungstechnik – eindimensional



(Quelle: angelehnt an Lucas et al. 1981)

- $F(x)$  und  $G(x) = F(x+h)$
- horizontale Verschiebung um  $h$
- Verhalten von  $F(x)$ : Steigung

$$\Rightarrow F'(x) \approx \frac{F(x+h) - F(x)}{h} = \frac{G(x) - F(x)}{h} \quad (h \neq 0)$$

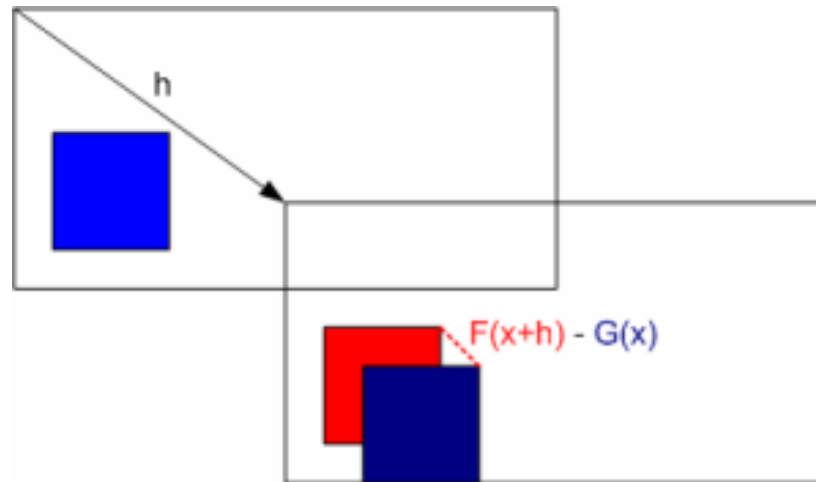
- Verschiebungsvektor:

$$h = \frac{G(x) - F(x)}{F'(x)} \quad (F'(x) \neq 0)$$

- Steigung lokales Merkmal -> Schätzung von h:
  - h an mehreren Stellen berechnen
  - Mittelwert bilden

$$h = \sum_x \frac{G(x) - F(x)}{F'(x)} / \sum_x (1)$$





- Minimierung des quadratischen Fehlers

$$E = \sum_x [F(x+h) - G(x)]^2$$
$$\approx \sum_x [F(x) + hF'(x) - G(x)]^2$$

- Eignung des Verfahren nur für einfache Verschiebung



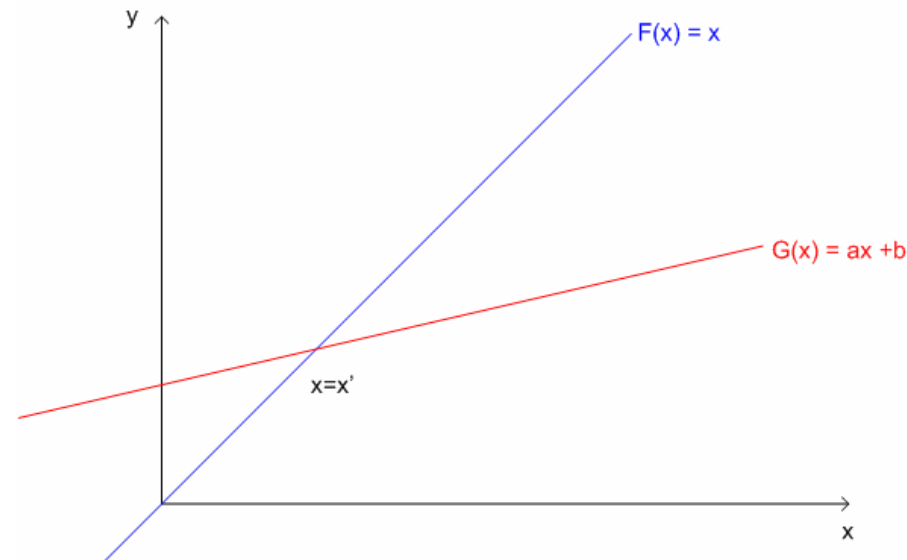
- Affine Kamerabewegung durch Matrix  $A$  ausgedrückt

$$\Rightarrow G(x) = F(xA + h)$$

- Berücksichtigung von Helligkeit ( $\alpha$ ) und Kontrast ( $\beta$ )

$$\Rightarrow E = \sum_x [F(xA + h) - (\alpha G(x) + \beta)]^2$$

# Parameter affine Kamerabewegung - eindimensional



- Eindimensionale affine Kamerabewegung
  - a: Rotation, b: Zoom

$$x'_i = ax_i + b$$

- Quadratischer Fehler

$$E = \sum_i ((ax_i + b) - \hat{x}_i)^2$$

- Bestimmung von a und b

- Fehlerfunktion nach a und b ableiten

$$\frac{\partial E}{\partial a} = \sum_i 2(ax_i + b - \hat{x}_i)x_i$$

$$\frac{\partial E}{\partial b} = \sum_i 2(ax_i + b - \hat{x}_i)$$

- Null setzen

$$\sum_i (ax_i^2 + bx_i - \hat{x}_i x_i) = 0$$

$$\sum_i (ax_i + b - \hat{x}_i) = 0$$

- Gleichungssystem erstellen und lösen

- Matrix A beschreibt Rotation und Zoom

$$A = \begin{pmatrix} a_{00} & a_{01} \\ a_{10} & a_{11} \end{pmatrix}$$

.

- Vektor t beschreibt Verschiebung

$$h = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix}$$

.

- Zweidimensionale affine Bewegung

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{00} & a_{01} \\ a_{10} & a_{11} \end{pmatrix} \cdot x + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix}$$

.

- Fehler über alle Pixel

$$E = \sum (A\vec{x} + \vec{b} - \vec{\hat{x}})$$

## Parameter affine Kamerabewegung - zweidimensional

- ursprünglicher Bildpunkt:  $(x_i, y_i)$
- korrespondierender Bildpunkt:  $(\hat{x}_i, \hat{y}_i)$
- tatsächliche Position:  $(x'_i, y'_i)$

- Transformation zwischen zwei Bildpunkten:

$$(x') = [a_{00} + a_{01}](x) + (t_x)$$

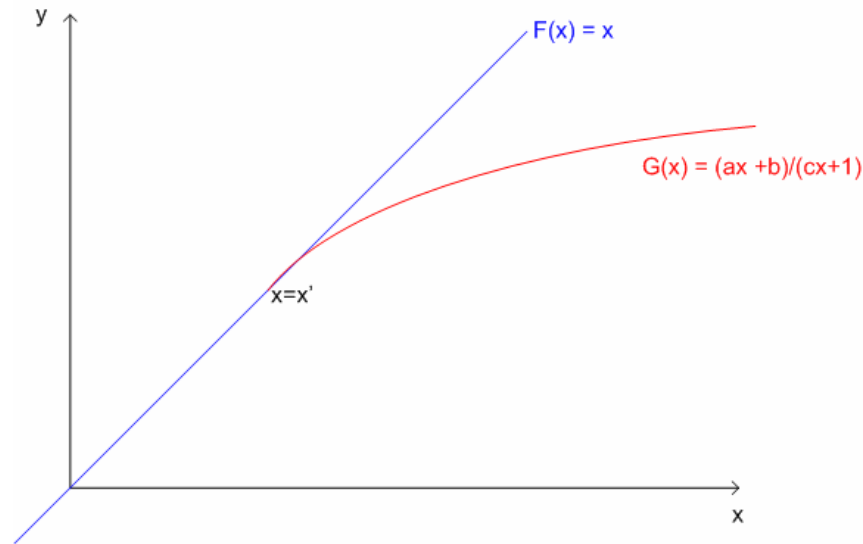
$$(y') = [a_{10} + a_{11}](y) + (t_y)$$

- Schätzung der Parameter durch Fehlerfunktion

$$E = \sum_i (x'_i - \hat{x}_i)^2 + (y'_i - \hat{y}_i)^2$$

$$= \sum_i ((a_{00}x_i + a_{01}x_i + t_x - \hat{x}_i)^2 + (a_{10}y_i + a_{11}y_i - \hat{y}_i)^2)$$

- Projektive Kamerabewegung



- Projektive Transformation eines Punktes (eindimensional):

$$x'_i = (ax + b)/(cx + 1)$$

- Fehler (eindimensional):

$$E(a, b, c) = \sum_i (x'_i - \hat{x}_i)^2 = \sum_i \left( \frac{ax_i + b}{cx_i + 1} - \hat{x}_i \right)^2$$

- Ermittlung des Kameramodells für affine Bewegungen
  - Annahme: nur Fehler bei Berechnung korrespondierender Bildpunkte
  - Fehler können auch bei Berechnung ursprünglicher Bildpunkte auftreten
  - Erweiterung der Fehlerberechnung
    - symmetrische Fehlerdefinition
  - => Komplexeres Verfahren notwendig
- Verfahren nur für einfache Bewegungen
  - Reine Kamerabewegung
  - Reine Objektbewegung



**Danke für die Aufmerksamkeit!**

**Fragen???**

**(Kontakt: [deibert@uni-mannheim.de](mailto:deibert@uni-mannheim.de))**