

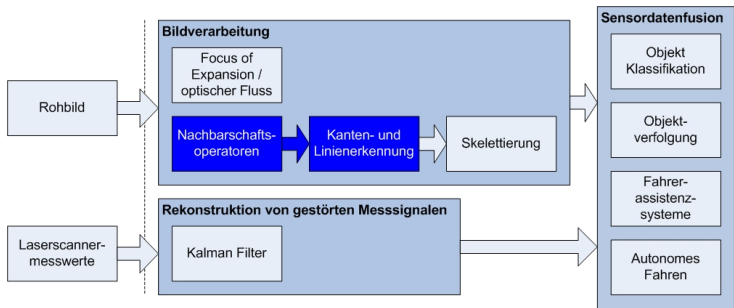
# "Kanten- und Linienerkennung in Grauwertbildern für Bildverarbeitungsstufen im Antikollisionssystem des Faustfahrzeugs"

Ning Liu

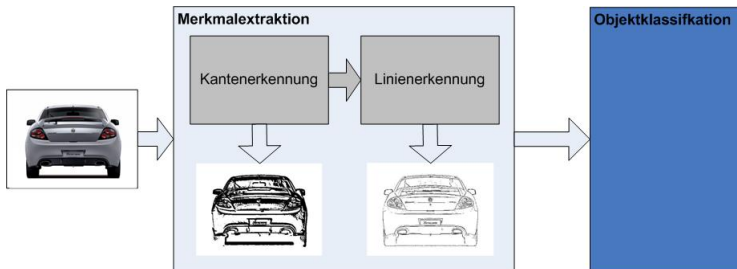
HAW-Hamburg  
Seminarvortrag

December 15, 2006

# Das Faustfahrzeug



# Motivation

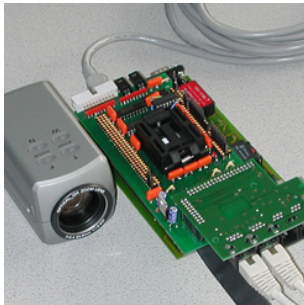


**Ziel: Informationen extrahieren um später Objekte zu erkennen**

# Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
  - Technische Entwicklung in der Bildverarbeitung
  - Matrixform von digitalen Bildern
  - Nachbarschaftoperatoren
- 2 Kantenerkennung von Objekten
  - Mathematische Idee zur Erkennung einer Kante
  - Kantenfilter 2.Ordnung
  - Kantenfilter 1.Ordnung
- 3 Linienerkennung von Objekten
  - Rangoperatoren mit Betrag und Richtung des Gradienten
  - Sequentielle Linienverfolgung
- 4 Zusammenfassung
- 5 Ausblick für die Masterarbeit
- 6 Literatur

# Technische Entwicklung in der Bildverarbeitung



- Auflösung
- Taktfrequenz
- Speicherkapazität
- Übertragungsgeschwindigkeit

# Flächenkameras



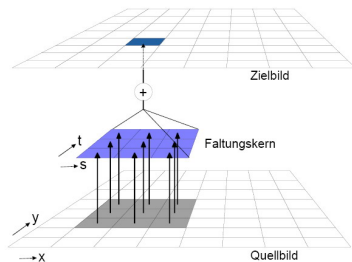
Area Scan	A201b	A404k
Schnittstelle	Channel Link	Camera Link
Auflösung	1 Megapixel	4 Megapixel
Chip	CCD	CMOS
Framerate	30 fps	96 fps
Pixelclock	42MHz oder 21 MHz im Dual Channel Betrieb	50 MHz

# Matrixform von digitalen Bildern

M × N Matrix

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} f(0,0) & f(1,0) & \dots & f(M-1,0) \\ f(0,1) & f(1,1) & \dots & f(M-1,1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(0,N-1) & f(1,N-1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{pmatrix}$$

## Faltung



$$f_{out}(x, y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) \cdot f(x + s, y + t)$$

- $w(s, t)$  = Faltungskern
- $f(x, y)$  = Quellbild
- $f_{out}(x, y)$  = Zielbild



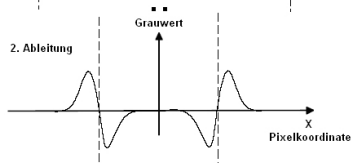
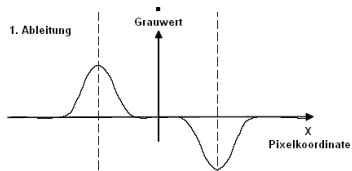
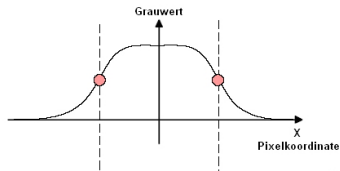
# Detektion von Diskontinuitäten

## Ziel : Erkennung von Kanten und Linien



- ein starker Anstieg in der Helligkeit
- mathematische Herleitung durch eine Ableitung

# Ableitung 2.Ordnung



# Der Laplace Faltungskern

## Laplace Formel

$$\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2}$$

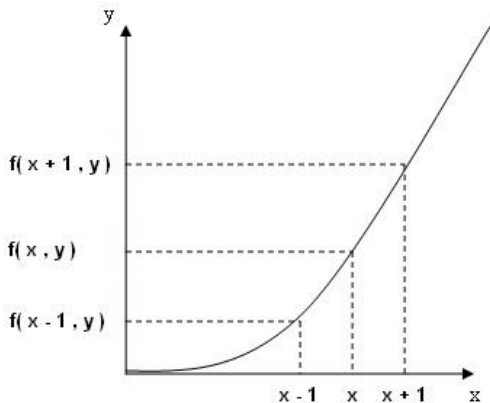
## Laplace Faltungskern

- $L_x = f(x + 1, y) - 2f(x, y) + f(x - 1, y)$
- $L_y = f(x, y + 1) - 2f(x, y) + f(x, y - 1)$

$$L_X = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad L_Y = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad L_X + L_Y = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$



# Herleitung



## Mathematische Herleitung

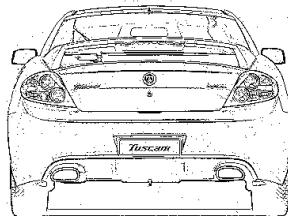
Für X

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right) &\Rightarrow \frac{f(x+1, y) - f(x-1, y)}{(x+1) - x} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} &\Rightarrow \frac{f(x+1, y) - f(x, y)}{(x+1) - x} - \frac{(f(x, y) - f(x-1, y))}{x - (x-1)} \\ &\Rightarrow \mathbf{f(x+1, y) - 2f(x, y) + f(x-1, y)} \end{aligned}$$

Für Y

- analog wie für X

## Vor- und Nachteile des Laplaceoperators



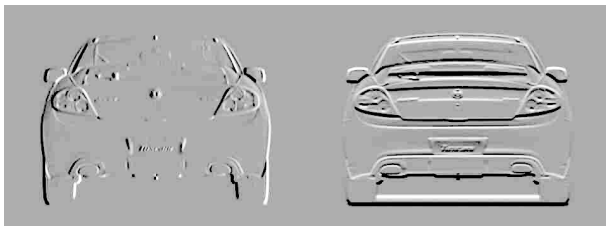
### Vorteile

- sehr sensitiv

### Nachteile

- hohe Anfälligkeit gegenüber Rauschen

# Sobel Operator



$$G_X = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad G_Y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

- Faltungssummen richtungsabhängig, deswegen 2 separate Kerne

## Mathematische Herleitung

### Mathematische Formel des Sobel Operators

$$G_X = \frac{\partial f(x,y)}{\partial x}, G_Y = \frac{\partial f(x,y)}{\partial y}$$
$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} \Rightarrow \frac{f(x+1,y) - f(x,y)}{(x+1) - x} \Rightarrow \frac{f(x+1,y) - f(x,y)}{1}$$

### Faltungskern des Sobel Operators

- $G_X = f(x + 1, y) - f(x, y), G_Y = f(x, y + 1) - f(x, y)$

$$G_X = \begin{pmatrix} 1 & -1 \end{pmatrix} \quad G_Y = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

- Faltungskerne werden um einen Bezugspunkt 0 erweitert
- Sobel Operator berechnet einen Gradienten



# Vektor

## Betrag und Richtung des Gradienten

$$G = \sqrt{G_X^2 + G_Y^2}$$
$$\alpha = \arctan \frac{G_X}{G_Y}$$

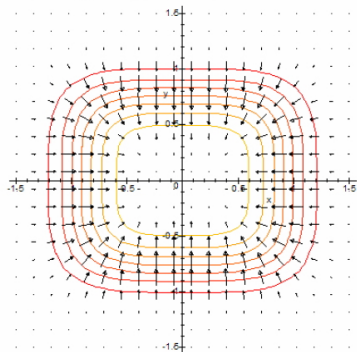
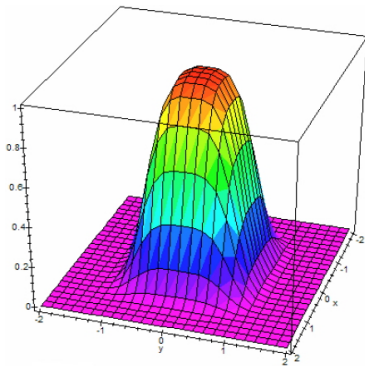
## Vorteile

- Maßzahl für die Steigung des Grauwertes
- Richtung der Steigung

## Nachteil

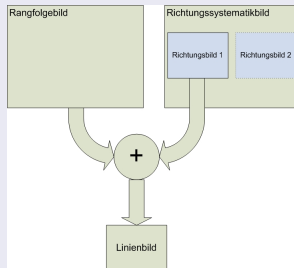
- Gradientbetrag = Relevanz der Kante

# Vektorfeld



# Positionsrangfolgebild und Richtungssystematikbild

Ziel: Erkennung einer fortlaufenden Linie



- Setzt einen Gradientenfilter voraus
- Zusammenführung von Positionsrangfolge- und Systematikbilder

# Positionsrangfolgebild

Gradientenbeträge, Rangfolgebild und Binarisiertes Bild

$$|G| = \begin{pmatrix} 54 & 16 & 176 \\ 43 & 4 & 243 \\ 95 & 145 & 14 \end{pmatrix} \quad R = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 8 \\ 4 & 1 & 9 \\ 6 & 7 & 2 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

## Problemstellungen

- Schwellwert Positionsrang
- Positionsrang von gleichen Grauwertbeträgen

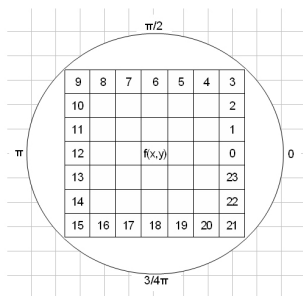
## Lösungen

- Schwellwert durch Mittlung
- gleiche Grauwertbeträge erhalten einen mittleren Postionsrang

# Richtungssystematikbild

## Problem und Lösung

- Richtung des Gradienten verwendet arctan Funktion
- **Skalierung der Grauwertbeträge auf ein umgebendes Quadrat**



## Beispiel für das Richtungssystematikbild

9	8	7	6	5	4	3
10						2
11						1
12			5			0
13						23
14						22
15	16	17	18	19	20	21

			6	6	3	
			5	7	0	
		8	5	5		
		11	5	23		
		6	3	4		
	3	18	5			
	6	5	4			

- Richtungen entlang des grauen Pfades werden untersucht
- Richtungstoleranz notwendig

## Alternative

9	8	7	6	5	4	3
$10^1$						2
11	1	2				1
12			$10^2$			0
13				2	3	23
14						$22^3$
15	16	17	18	19	20	21

- durchschnittliche Richtung auf einem Teilabschnitt
- Summe der absoluten Abweichung von der Hauptrichtung

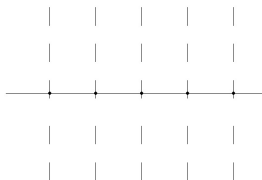
# Zusammenfassung

## Bewertung

- Mit dem Sobel Operator zusammenhängender Verarbeitungsschritt
- Adaptierung des Schwellwertes für das Rangfolgebild
- Vorgang rechenintensiv, aber parallel ausführbar



# Setzen von Ansatzpunkten einer Linienverfolgung

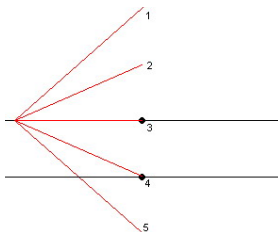


## Fragestellungen

- Unterbrechung von Linien
- Verzweigungen
- Parallele Linien
- Helligkeits- und Kontraständerungen

# Suchstrahlen

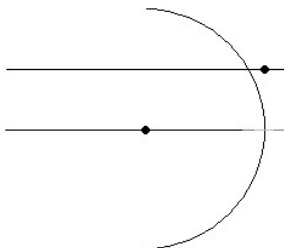
**Ziel: Finden von Nachfolgepunkte auf einer Linie**



## Vorgehensweise

- Suchstrahlen
- Mittelwert des Grauwerts entlang der Suchstrahlen
- **Nachfolgepunkte werden auf verzweigende und parallele Linien gesetzt**

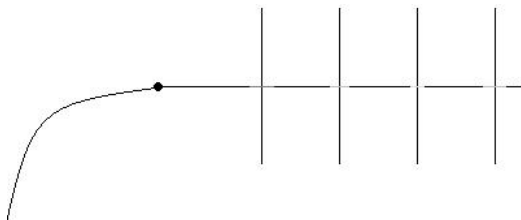
# Kreisbogen



## Vorgehensweise

- Kreisbogen erzeugt einen Radius und untersucht den Grauwert
- **Verfahren schlägt bei Kontrast- und Helligkeitsänderungen entlang des Bogens fehl**

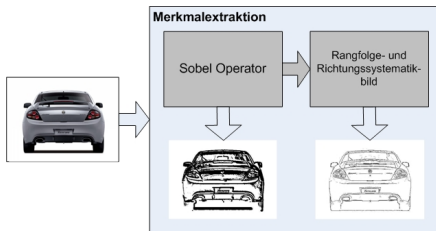
# Gitternetz



## Vorgehensweise

- Verkleinern des Suchradius in Gittern
- individuelle Anpassung des Grauwertprofils

# Zusammenfassung

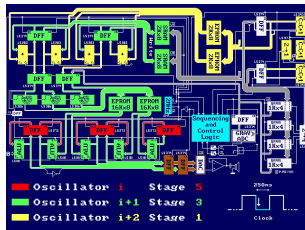


## Erkenntnis

- Merkmalextraktion: Linien
- Qualitätssteigerung der Information
- Datenreduktion

## Mögliche Themengebiete





- Sensorfusion
- Objekterkennung
- Entwicklung von spezieller Bilderkennungs Hardware



# Gefahren

- Bildverarbeitung ist ein weites Gebiet
- Robustheit dieser Kette

# Literatur

-  Alfred Nischwitz, Peter Haberäcker  
*Masterkurs Computergrafik und Bildverarbeitung.*  
Vieweg, 2004.
-  Bernd Jähne  
*Digitale Bildverarbeitung.*  
Springer, 2005.
-  Jürgen Schüling  
*VHDL-Synthese von Bildsegmentierungsalgorithmen für einen  
FPGA-Coprozessor.*  
HAW Hamburg, 2000.
-  Andreas Meisel  
*WP Robot Vision.*  
HAW Hamburg, 2006.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!