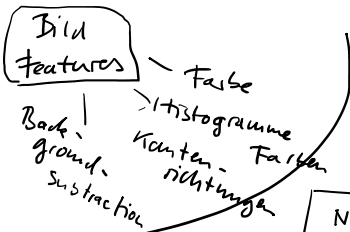


VL 7: Hough Transformation ('Haff')

Was bisher
geschah:



Features
von
Features
Momente

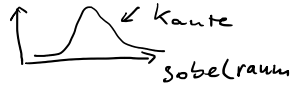
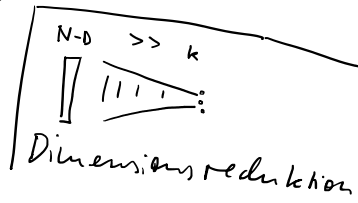
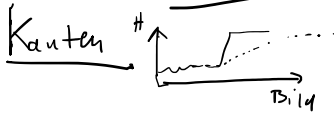


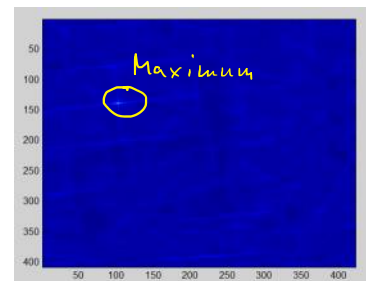
Bild (Canny-)



überlappende Pixel

Hypothese vs. Bild

z.B. mit
Korrelation



Aber: LANGSAM!

Idee:

Suche einfache geom. Objekte (z.B. Linien, Kreise, Quadrate, etc.) und füge das komplexere Objekt daraus zusammen.

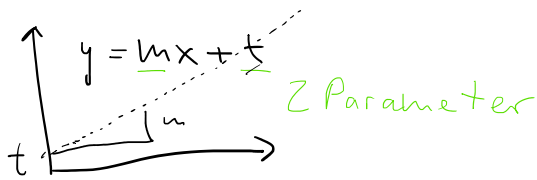
Hough-Transformation

- 1961 Patent, 1970er Duda + Hart schlagen Erweiterung vor
- ursprüngl. Linien, anwendbar für $\square, \square, O, O, \dots$
- parametrisch beschreibbare Objekte
- robust gegen fehlende Kanten (stücke)
- Pixel "votieren" für versch. Hypothesen, eine spezifische Kombination von Objektparametern
- am Ende (nach allen Kanten-Pixeln) finden wir die Parameter-komp. mit den meisten Votes \rightarrow wahrscheinlichste Hypothese

Beispiel: Linien finden

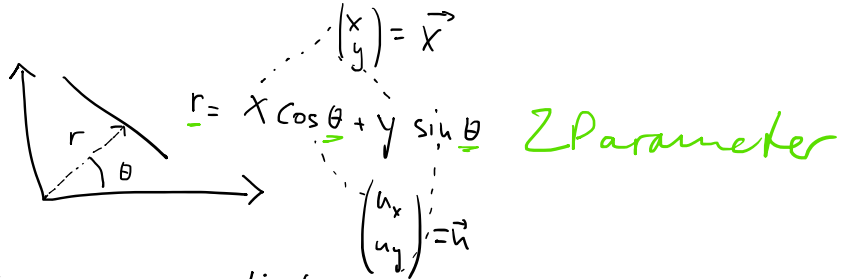
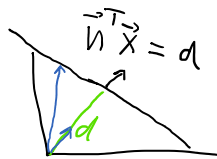
dazu brauchen wir eine Parametrierung, a.k.a. Geradengleichung

dazu brauchen wir eine Parametrierung,
a.k.a. Geradengleichung



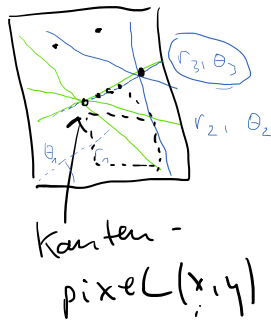
Nachteil: keine vertikalen
Geraden repräsentierbar

Hessesche
Normal-
form



ein Kantenpixel ergibt eine Vielzahl möglicher Geraden

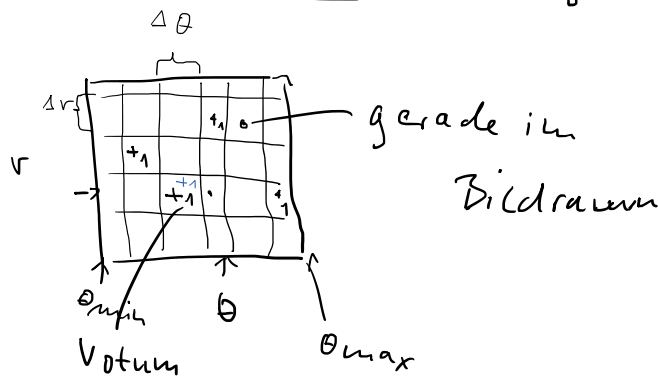
Bildraum

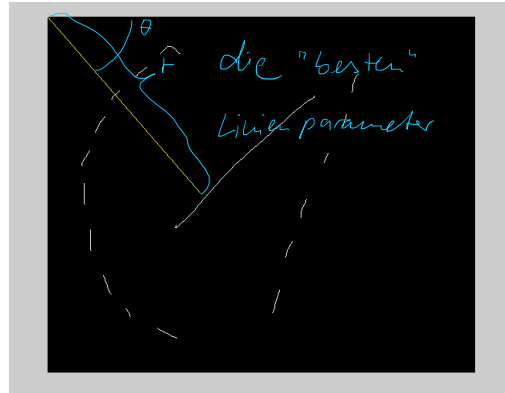
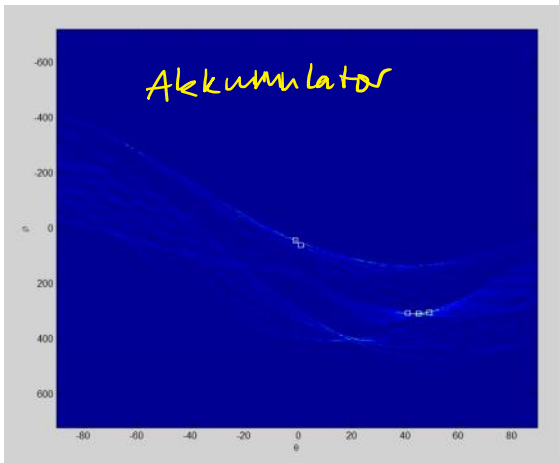


$$r = x \cos \theta + y \sin \theta$$

↑ ↑
berechnen per Schleife
 vorgeben

Parameterraum (Hough-Akkumulator)

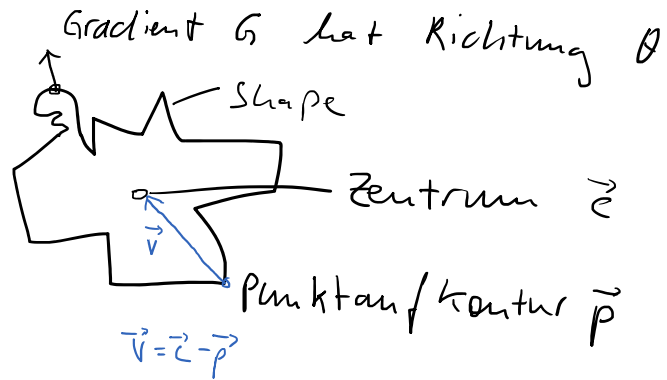




Parameter

Linien	2	h. go Zone
Kreis	3	
Quadrat	3	
Rechteck	4	
Ellipse	5	

- Generalized Hough Transform
- findet beliebige Shapes
 - dieses Muster muss vorverarbeitet werden
→ R-Table



R-Table

θ	\vec{v}
0°	\vec{v}_1, \dots
$\Delta\theta$	$\vec{v}_4, \vec{v}_2, \vec{v}_3, \dots$
$2\Delta\theta$	\vec{v}_{23}, \dots
$3\Delta\theta$	leer

das R-Table hält alle Mittelpunkt-Ortsvektoren (die \vec{v}_s) für eine gegebene Gradientenrichtung θ_i .

Wie finde ich damit die Objektposition (x,y)?
(der Algorithmus kann erweitert werden für Skalen- und Rotationsinvariant)

Berechnung des Gradienten/

1. Iteration über Kantenpixel

Kantenpixel
an Position \vec{P}

mit Gradienten-
richtung $\theta = \arctan \frac{G_y}{G_x}$

Berechnung des Gradienten

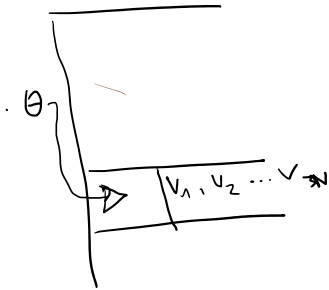
$$I * S_x = G_x \quad // \text{ Sobel-Filter}$$

$$I * S_y = G_y$$

$$\begin{pmatrix} G_x(x,y) \\ G_y(x,y) \end{pmatrix} = \nabla I(x,y)$$

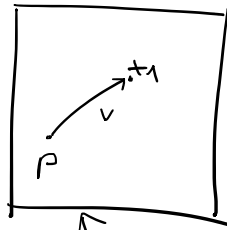
2. Lookup

R-table



3. Inkrement der Akkumulator- Zellen, die zu den \vec{v}_i corresp.

Akk.



hat Bildgröße

jeder Ort $p + v_i$ stellt
eine mögliche Position
des Objektes dar

4. Maximum finden

Der Akkumulator zeigt die wahrscheinlichsten
Objektposition(en) an den (lokalen) Maxima.