



Bildgestützte Automatisierung I

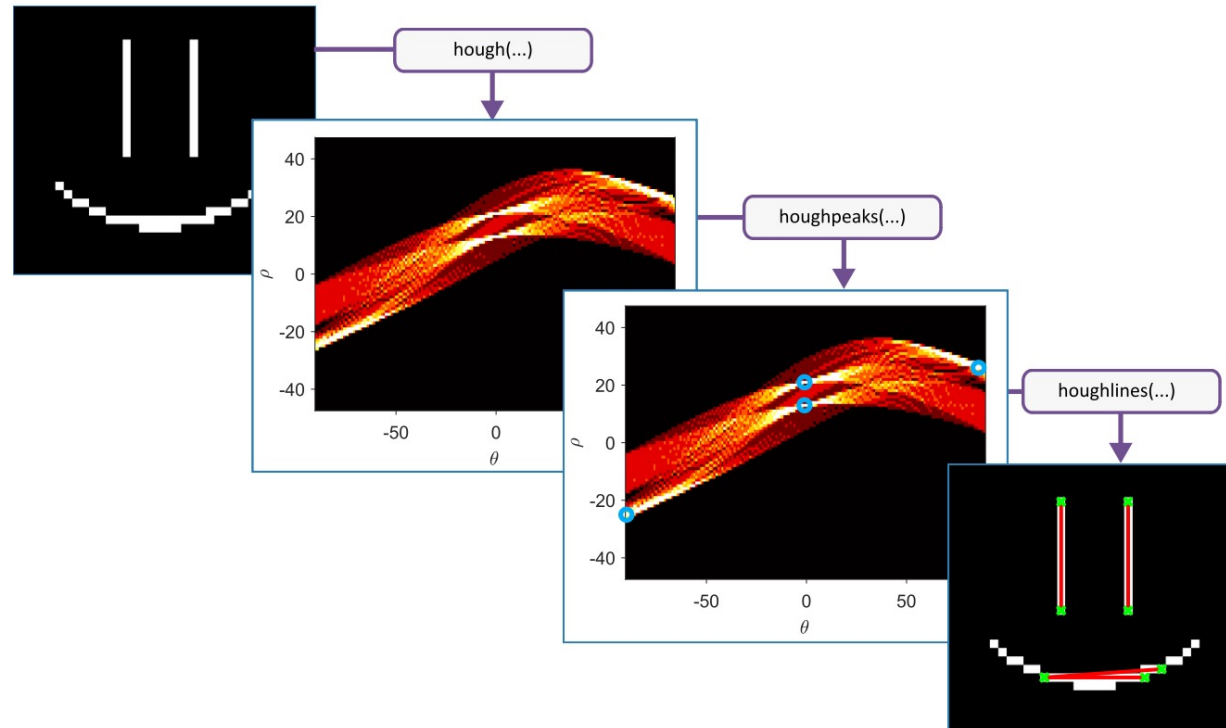
UE4 Hough Transformation

Hough Transformation: Workflow

×

The Hough transform workflow

Three functions are used to detect straight lines in the Hough transform workflow.



1. `hough` computes the Hough transform matrix
2. `houghpeaks` finds the peaks in the Hough transform matrix
3. `houghlines` identifies line positions in the original image using the peaks found by `houghpeaks`

<https://matlabacademy.mathworks.com/R2022b/portal.html?course=mlip#chapter=8&lesson=4§ion=2>

Hough Transformation – Aufgabe 1

- Recherchieren Sie die Funktionsweise der nachfolgend aufgelisteten Parameter und untersuchen Sie deren Einfluss auf das Ergebnis:
 - (a) Eigenschaften des Canny-Filters
 - (b) Auflösung von rho und theta
 - (c) Anzahl und Schwellwert der zu findenden Maximalwerte im Hough-Raum
 - (d) Größe der Nachbarschaft, in der weitere Extremwerte unterdrückt werden
 - (e) Die Mindestlänge und maximale Lückengröße zur Bildung der Geradensegmente
- Diskutieren Sie den Effekt der einzelnen Parameter!

Hough Transformation – Aufgabe 1 (a): **Eigenschaften des Canny-Filters**

- **Positionsgenauigkeit:**

实际边缘和计算边缘之间的偏差最小化

- minimale Abweichungen zw. tatsächlichen und berechneten Kanten

- **Erkennungsrate:**

应认识到实际的边缘，没有人工痕迹

- tatsächliche Kanten sollen erkannt werden, keine Artefakte

- **Eindeutige Erkennung:**

一个边缘不应该被确认超过一次

- eine Kante soll nicht mehrfach erkannt werden

- **Zwei Schwellwerte:**

- höherer Schwellwert – weniger Kantenpixel werden detektiert, niedriger Schwellwert – mehr Kantenpixel werden detektiert

较高的阈值--检测到的边缘像素较少，较低的阈值--检测到的边缘像素较多

Hough Transformation – Aufgabe 1 (b): Auflösung von rho und theta (1)

- **Hessesche Normalengleichung:**

$$x \cdot \cos(\theta) + y \cdot \sin(\theta) = rho$$

mit $\rho > 0$ und $0 < \theta < 2\pi$

直线上的每一个点都 满足于距离和角度这一对特殊数值的法线形式。

- Jeder Punkt auf einer Geraden genügt der Normalform zu dem speziellen Wertepaar aus Abstand und Winkel.
- Die Gerade wird somit eindeutig im Hough-Raum (ρ, θ) charakterisiert.
 - 潜在的边 缘点
 - Potenzielle Kantenpunkte (kurz PKP) können auf „ihre Gerade“ getestet werden.
- Dazu werden jeweils **die Koordinaten der PKP (x_i, y_i)** als feste Parameter in die Normalengleichung eingesetzt und der **Abstand ρ** wird als Funktion des Winkels θ aufgefasst:

$$\rho(\theta) = x_i \cdot \cos(\theta) + y_i \cdot \sin(\theta)$$

mit $|\rho| \leq \rho_{max}$ und $-\frac{\pi}{2} \leq \theta < \frac{\pi}{2}$

- Der Graph beschreibt alle möglichen Geraden durch den PKP (x_i, y_i) .

Hough Transformation – Aufgabe 1 (b): Auflösung von rho und theta (2)

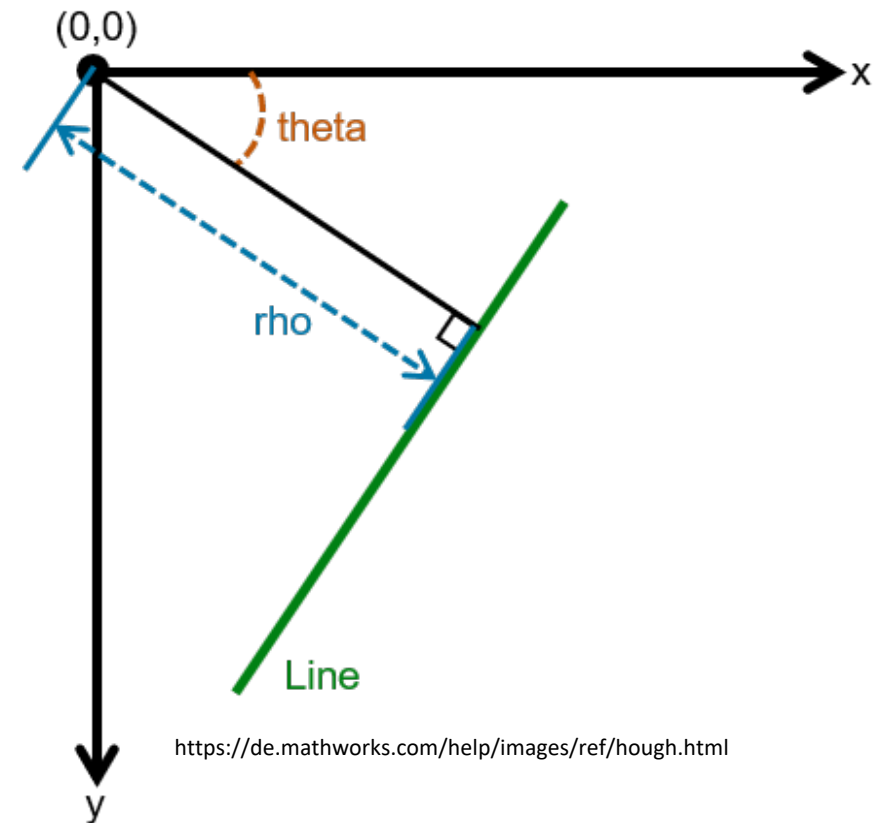
- **Hessesche Normalengleichung** (im MATLAB):

$$\rho(\theta) = x_i \cdot \cos(\theta) + y_i \cdot \sin(\theta)$$

$$\text{mit } |\rho| \leq \rho_{\max} \text{ und } -\frac{\pi}{2} \leq \theta < \frac{\pi}{2}$$

- Der „Abstand“ ρ kann auch **negativ** sein und ist betragsmäßig auf die Bilddiagonale begrenzt.
- Geometrisch bedeutet ein negativer „Abstand“ nur, dass die Gerade die x-Achse für $x < 0$ schneidet.
- Der Variationsbereich des Winkels θ ist nur noch halb so groß.

角度 的变化范围现在只有一半那么大



<https://de.mathworks.com/help/images/ref/hough.html>

Hough Transformation – Aufgabe 1 (c, d): (houghpeaks)

- **Anzahl** und **Schwellwert** der zu findenden Maximalwerte im Hough-Raum
- **Größe der Nachbarschaft**, in der weitere Extremwerte unterdrückt werden
- `peaks = houghpeaks(H, numpeaks, Name, Value)`
 - **H** — Hough transform matrix
 - **numpeaks** — Maximum number of peaks to identify
 - **Threshold** — Minimum value to be considered a peak: **$0.5 \cdot \max(H(:))$** (default)
 - **NHoodSize** — Size of suppression neighborhood

Size of the suppression neighborhood, specified as a 2-element vector of positive odd integers. The *suppression neighborhood* is the neighborhood around each peak that is set to zero after the peak is identified. The default value of `NHoodSize` is the smallest odd values greater than or equal to $\text{size}(H)/50$. The dimensions of `NHoodSize` must be smaller than the size of the Hough transform matrix, `H`.

Hough Transformation – Aufgabe 1 (e): (houghlines)

- Die **Mindestlänge** und **maximale Lückengröße** zur Bildung der Geradensegmente
- `lines = houghlines(BW, theta, rho, peaks, Name, Value)`

Example: `lines = houghlines(BW,T,R,P,'FillGap',5,'MinLength',7);`



FillGap – Distance between two line segments associated with the same Hough transform bin

20 (default) | positive number

Distance between two line segments associated with the same Hough transform bin, specified as a positive number. When the distance between the line segments is less than the value specified, the `houghlines` function merges the line segments into a single line segment.

Data Types: double



MinLength – Minimum line length

40 (default) | positive number

Minimum line length, specified as a positive number. `houghlines` discards lines that are shorter than the value specified.

Data Types: double