

Houghova transformacija

- Parametrični prostor
- Glasovanje - akumulator
- Časovna zahtevnost?

```
image = rgb2gray(imread("lines.jpg")); % preberemo sliko
edges = edge(image, "Canny"); % detekcija robov (Canny)
figure;
imshow(edges);
H = hough_line(edges); % detekcija črt
figure;
imagesc(H); % vizualizacija akumulatorja
T = 100; % določimo min. število točk, ki morajo glasovati za črto
[R, A] = ind2sub(size(H), find(H > T));

% popravimo interval vrednosti
% A: -pi/2 .. pi/2
% R: -r .. r
A = (double(A) ./ size(H,2) - 0.5) * pi;
R = R - (size(H,1) / 2);

% izračunamo parametre za vizualizacijo
% (to lahko naredimo tudi na druge načine)
K = cos(A) ./ sin(A);
N = R ./ sin(A) ;

figure;
imshow(image); % prikaz originalne slike
hold on; % risali bomo na to sliko (ne briši)

x = [0, size(image, 2)-1]; % x koordinate
for i = 1:length(K)
    y = [N(i), N(i) - K(i) * x(2)]; % y koordinate
    plot(y, x, 'g'); % riši zeleno črto
end;
```

1. naloga

Na binarni sliki robov iščemo s pomočjo Houghovega transforma vse krivulje, ki ustrezajo enačbi $y = kx^2 + n$. Ugotovite, katere tri izmed točk A(-1, 5), B(0, 3), C(1, 6) in D(2, 11) ležijo na eni izmed teh krivulj? Katera je ta krivulja? Za vse štiri točke narišite pripadajoče krivulje v parametričnem prostoru.

Rešitev

A,B,D

$n = 3, k = 2$

2. naloga

Krožnico s središčem (a, b) in radijem R parametrično zapišemo kot

$$x = a + R \cos(\varphi)$$

$$y = b + R \sin(\varphi)$$

kjer φ opiše celoten kot; $0 < \varphi \leq 360$. Na binarni sliki robov $I(x, y)$ želimo s pomočjo Houghove transformacije poiskati krožnice z znanim radijem R .

1. Narišite diagram poteka algoritma, ki iz vhodne slike $I(x, y)$; $I(x, y) \in \{0, 1\}$, izračuna ustrezno Houghovo transformacijo.
2. Denimo, da imamo poleg slike robov za vsako točko podano tudi orientacijo robu v tej točki. Kako lahko s poznavanjem teh podatkov pospešimo računanje Houghove transformacije? Popravite algoritem (na prvotnem diagramu poteka očitajte del, ki se spremeni in ločeno narišite popravljen del).

3. naloga

1. V 3D prostoru točk želimo s Houghovo transformacijo iskati krogle. Koliko dimenzij ima prostor parametrov?
2. Kako bi z uporabo Hough-ove transformacije poiskali krogle, ki imajo obe tangenti ravnini $Z = z_1$ in $Z = z_2$? Na koliko dimenzij lahko zmanjšamo prostor parametrov? Izpeljite parametrično enačbo!
3. Za $z_1 = 0$ in $z_2 = 6$ in točke $A = (4, 2, 3)$, $B = (1, 5, 3)$ in $C = (1, 2, 6)$ narišite pripadajoče krivulje v parametričnem prostoru!
4. Kaj lahko povemo o vsaki od treh točk?
5. Kaj lahko povemo o vseh treh točkah?

Rešitev

Osnovni prostor parametrov ima štiri dimenzije, zmanjšani pa dve.

Vse tri točke skupaj ležijo na isti krogli s središčem $(1, 2, 3)$ ter radijem 3.

4. naloga

S Houghovo transformacijo bi želeli na binarni sliki robov poiskati vse krožnice, ki imajo za tangento premici $y = 10 - x$ in $y = 18 - x$.

1. Ugotovite, za koliko največ lahko zmanjšate razsežnost problema pri iskanju s Houghovim transformom ter zapišite ustrezno enačbo za reševanje poenostavljenega problema.
2. Denimo, da so obravnavane točke (x, y) : $A = (7, 3)$, $B = (7, 7)$, $C = (2, 2)$ in $D = (11, 3)$. Za vsako točko narišite njeno preslikavo v parametrični prostor.
3. Kaj lahko povemo o vsaki od točk A , B , C in D ?

5. naloga

Kako bi na sliki s Houghovo transformacijo poiskali kolesne obroče na parkiranem kolesu?

1. Opišite postopek in napišite ustrezno parametrično enačbo!
2. Kakšna je parametrična enačba za isti problem, če vemo, da je radij koles $r = R$ slikovnih elementov? Za koliko se zmanjša dimenzija prostora parametrov?
3. Za primer $R = 40$ obravnavajte točki $A = (60, 80)$ in $B = (100, 120)$. Za vsako točko napišite enačbo v parametričnem prostoru in narišite pripadajočo krivuljo.
4. Kaj lahko z analizo Houghove preslikave povemo o točkah A in B?

Posplošena Houghova transformacija

- Štirje parametri (referenčna točka, skala, orientacija)
- Katerakoli krivulja
- r-tabela
 - Φ - kot med normalo in x osjo
 - r - radij
 - β - kot med vektorjem radija in x osjo
- Za vsako točko, kjer najdemo rob
 - Za vse elemente v r-tabeli za ustrezen Φ za vse vrednosti S in θ
 - $x_c = x + r S \cos (\beta + \theta)$, $y_c = y + r S \sin (\beta + \theta)$
 - $H(x_c, y_c, S, \theta) = H(x_c, y_c, S, \theta) + 1$