

1- الف) Convolution

$$h_{0,0} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 6 & 7 & 8 \\ 5 & 3 & 2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = 2 \times 0 + (2 \times -1) + 3 \times 0 + 6 \times -1 + 7 \times 2 + 8 \times 1 + 5 \times 1 + 3 \times -1 + 2 \times 1 = 2$$

تعیین هم‌پایه‌ها

$$h_{0,1} \rightarrow \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 7 & 8 & 9 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = -1, h_{0,2} \rightarrow \begin{bmatrix} 3 & 4 & 5 \\ 8 & 9 & 0 \\ 2 & 1 & 4 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = 11$$

$$h_{1,0} \rightarrow \begin{bmatrix} 6 & 7 & 8 \\ 3 & 2 & 1 \\ 8 & 9 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = -2, h_{1,1} \rightarrow \begin{bmatrix} 7 & 8 & 9 \\ 3 & 2 & 1 \\ 8 & 9 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = -5, h_{1,2} \rightarrow \begin{bmatrix} 8 & 9 & 0 \\ 2 & 1 & 4 \\ 7 & 2 & 6 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = 2$$

$$h_{2,0} \rightarrow \begin{bmatrix} 2 & -1 & 1 \\ -2 & -5 & -2 \end{bmatrix}$$

Correction: برای ابعاد خرد، ماتریس عناصر را به صورت چپ‌چین می‌بریم.

$$j=1 \rightarrow \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} * w'$$

$$h_{0,0} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 6 & 7 & 8 \\ 5 & 3 & 2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} = 7, h_{0,1} \rightarrow \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 7 & 8 & 9 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} = 8, h_{0,2} = -2, h_{1,0} = -4, h_{1,1} = -12, h_{1,2} = 6$$

$$h = \begin{bmatrix} 7 & 8 & -2 \\ -4 & -12 & 6 \end{bmatrix}$$

- 1- ب) در دو تمرکز بر سهولت مرکزی فیلتر است و به همین واسطه نقطه تصویر که بر روی آن فیلتر انجام می‌شود تغییرات شدیدی دارد و واضح‌تر است به تدریج با افزایش k این شدت و وضوح کمتر شده و مقدار پیر به حالت بلور و دیگر اخت‌نزدیکی می‌شود. در کماهای بالاتر این فیلتر اختی بیشتر شده و در k بی نهایت تصویر تقریباً یکسان است. لازم به ذکر است با بی‌نهایت فیلتر اختی لب‌ها محو‌تر می‌شوند.
- 1- ب) تصویر سمت چپ original است که اندکی نویز تک و دفن دارد و تصویر در سطح با فیلتر Gaussian است چرا که تصویر Smooth‌تر شده اما نویزها سر جای خود هستند که دقیقاً نحوه برخورد فیلتر گوسی با نویز تک و دفن را نشان می‌دهد. تصویر سمت راست هم فیلتر میانه است که برای نویز تک و دفن خوب عمل کرده و جزئیات تصویر را به خوبی نمایش می‌دهد.

2- الف) $m \frac{\partial z}{\partial x_1} = \frac{5-1}{x_2 \cdot x_1} = \frac{4}{6 \cdot 2} = 1 \Rightarrow y = mx + b \Rightarrow y = x + b \Rightarrow \begin{cases} x=2 \\ y=1 \end{cases} \Rightarrow 1 = 2 + b \Rightarrow b = -1$

فاصله عمودی نقطه از خط $Ax + By + C = 0$ $d = \frac{|Ax_0 + By_0 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$ $A=1, B=1, C=-1$ $d = \frac{|1 \cdot 5 + 1 \cdot 3 - 1|}{\sqrt{2}} = \frac{7}{\sqrt{2}} \approx 4.95$

آستانه فاصله کمتر 0.5 باشد غیر این نقطه روی نیست اما با آستانه فاصله 1 هست.

2- ب) $\frac{30}{50} = 0.6$ به نسبت inlier به کل P احتمال یافتن یک چهره بدون نقاط outliar $\rightarrow 1 - (0.64)^{10} \approx 0.98 \rightarrow (0.64)^{10} \approx 0.0115 \approx 0.01$ تعداد کمدار K

2- ب) $K = \frac{\lg(1-P)}{\lg(1-w^2)}$ $K = \frac{\lg(1-\frac{0.95}{100})}{\lg(1-0.64)} = \frac{\lg(\frac{5}{100})}{\lg(\frac{64}{100})} = \frac{\lg(5) - \lg(100)}{\lg(64) - \lg(100)} = \frac{-1.3}{-0.2} \approx 7$ بار

3- الف) برای حذف اعصاب برای اندازه‌گیری از فرمول $\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}$ استفاده می‌کنیم

ب) $\text{atan2}(x, y)$ برای جهت‌گیری بین (x, y) $\text{dir} = \text{atan2}(x, y)$ $\text{dir} = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 3 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$

برای dir هم از فرمول $\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}$ استفاده می‌کنیم

ج) $\text{atan2}(x, y)$ $\text{atan2}(x, y) = \begin{cases} \text{atan}(\frac{y}{x}) & x > 0 \\ \text{atan}(\frac{y}{x}) + \pi & x < 0 \wedge y \geq 0 \\ \text{atan}(\frac{y}{x}) - \pi & x < 0 \wedge y < 0 \end{cases}$

$$NMS = \begin{bmatrix} 70 & 120 & 160 & 1 & 40 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \\ 160 & 0 & 210 & 220 & \\ 140 & 0 & 220 & 210 & \end{bmatrix}$$

3- (ب) برای NMS در جهت تراز یا حرکت می کنیم و خانه های اطراف را می بینیم و یک عنصر قبلی بعد در جهت تراز یا را چک می کنیم و اگر max بود نگه داشته و اگر نه آن را حذف می کنیم

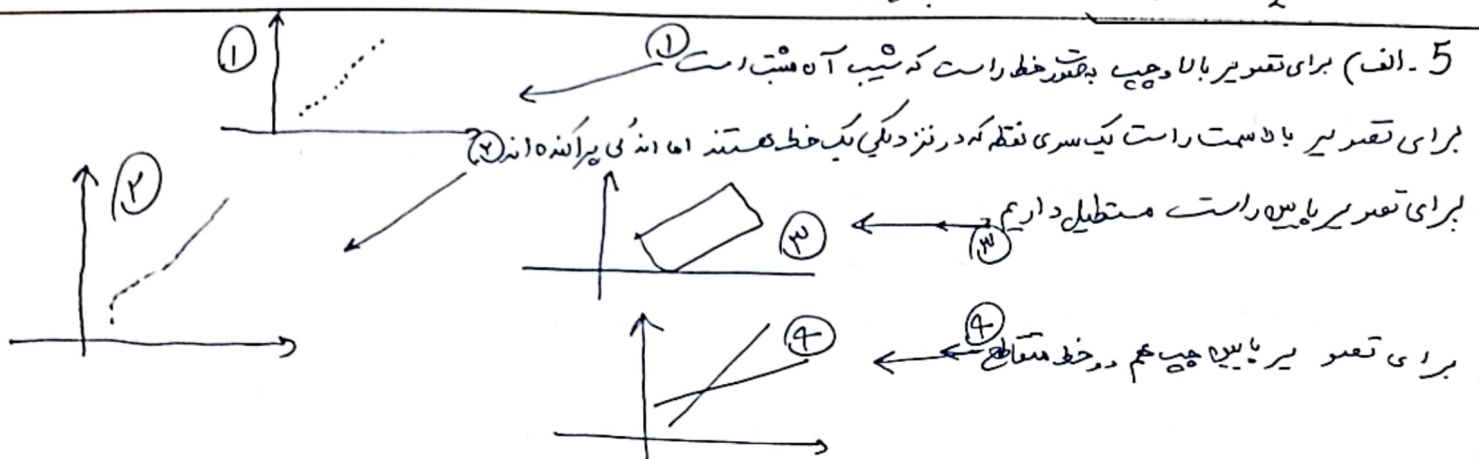
$$thres_h = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1/2 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/2 & 0 & 1 & 1 \\ 1/2 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

3- (ج) 1 به معنی قطعی بودن لبه و 1/2 به معنی این که لبه قطعی نیست، اینجا معنی دارند. کمتر از 120 برابر 0 دیده است، از 160 برابر 1 است.

$$Final = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

3- (د) آنهایی که 1/2 هستند اثر به یکدیگر که قطعاً لبه برد و وصل بودند آنها هم لبه می شوند اما آنهایی که وصل نیستند پس حذف می شوند.

- 4- B3 ← Sobel-y ← لبه های افقی با این فیلتر یافت می شوند، در این عکس هم لبه ها افقی هستند اکثر.
 A1 ← Sobel-x ← لبه های عمودی توسط این فیلتر یافت می شوند. لبه ها این عکس هم عمودی با عمودی هستند با مایل به عمودی.
 A3 ← Laplacian ← چرا که تمام لبه ها بدون استثنا حساس است.
 B2 ← Canny without NMS ← چرا که در یک ناحیه تعداد لبه ها زیاد است که نشان از عدم استفاده از NMS دارد.
 A2 ← Canny(T1=100, T2=200) ← چرا که خیلی از لبه ها یافت نشده اند در اولین آستانه تراز با 1 است.
 B2 ← Canny(T1=50, T2=150) ← لبه ها اغلب پیدا شده اند چون آستانه تراز با 1 پایین تر بوده.

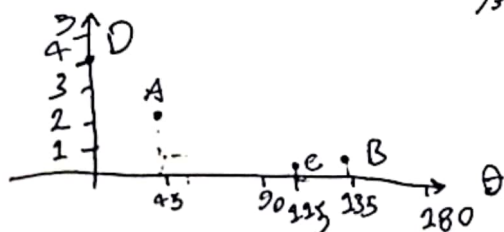


ب) خط A ← $\begin{cases} x=0 \rightarrow y=3 \rightarrow r=3 \cos \theta \\ y=3 \rightarrow x=0 \rightarrow r=3 \sin \theta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \theta = \sin \theta \Rightarrow \theta = 45^\circ \\ r = 3 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 2.1 \end{cases}$

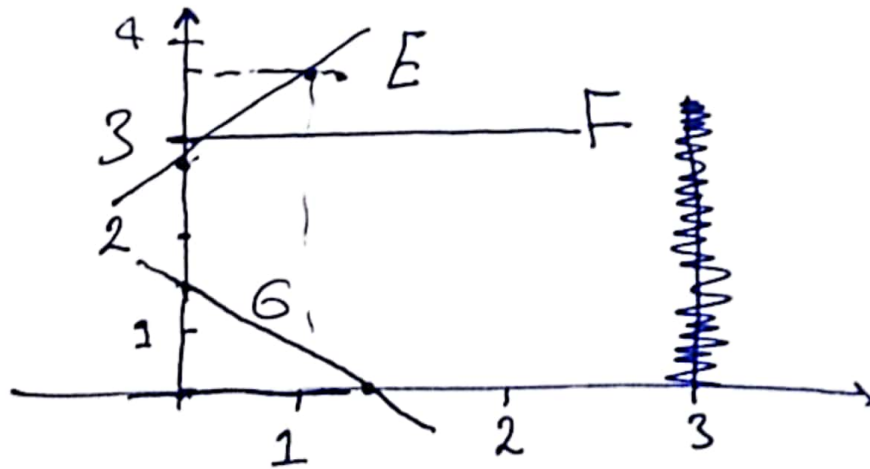
خط B ← $\begin{cases} x=0 \rightarrow y=2 \rightarrow r=2 \cos \theta \\ y=2 \rightarrow x=0 \rightarrow r=2 \sin \theta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \theta = \sin \theta \Rightarrow \theta = 135^\circ \\ r = 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 1.4 \end{cases}$

خط C ← $\begin{cases} x=0 \rightarrow r=1/2 \sin \theta \Rightarrow y=0.5x+0.3 \\ y=0 \rightarrow r=-\cos \theta \Rightarrow 1/2 \sin \theta = \cos \theta \Rightarrow \theta = 135^\circ \\ r = 0.42 \end{cases}$

خط D ← $\begin{cases} r=4 \cos \theta \Rightarrow y=0 \\ r=4 \sin \theta \Rightarrow x=0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \theta = \sin \theta \Rightarrow \theta = 45^\circ \\ r = 4 \end{cases}$



$1. x \frac{\sqrt{2}}{2} + y \frac{\sqrt{2}}{2} = y - x + \frac{\sqrt{2}}{1.4}$ نقطه 2: $x \cos(135) + y \sin(135)$ ← نقطه E: $3 = x \cos(90) + y \sin(90) \Rightarrow y = 3$ ← نقطه F: $3 = x \cos(0) + y \sin(0) \Rightarrow x = 3$
 $\frac{\sqrt{2}}{2} y + \frac{\sqrt{2}}{2} x + 2 \rightarrow y + x + 2\sqrt{2} \rightarrow x + y + 2.8$



5. (ب) احتمال بیشترین رای راد انشت باشد ← $\theta = 90^\circ$ و $\phi = 5^\circ$ ← هر اند مقدار هم 8 خواهد بود احتمال