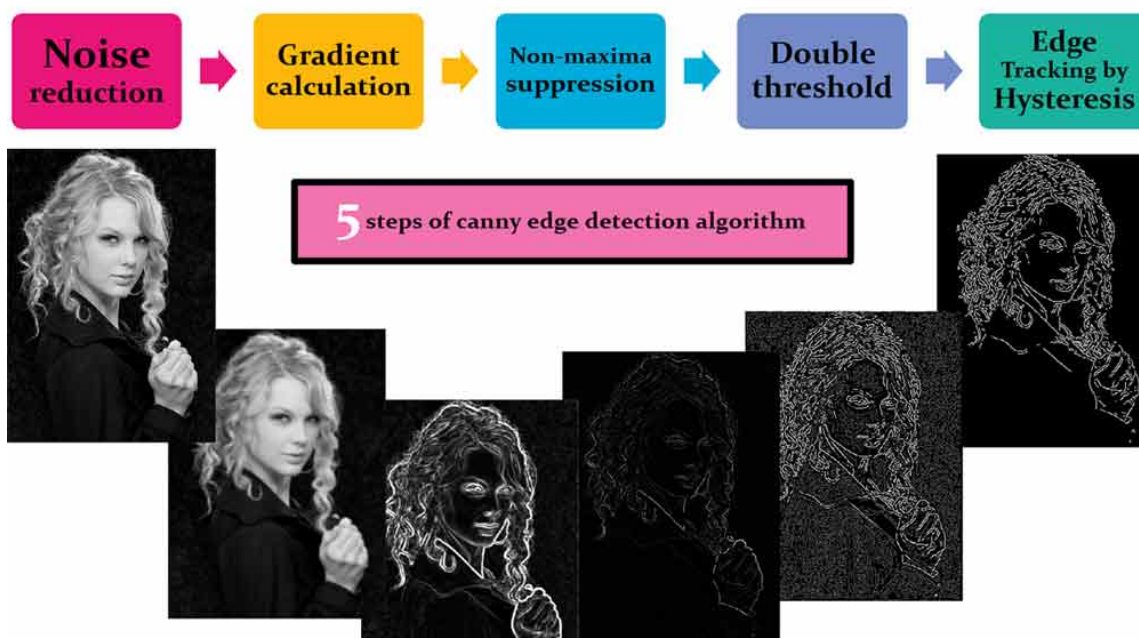


# لبه یابی تصویر با canny - آکادمی آنلاین مهندسی پزشکی و هوش مصنوعی

6-8 minutes

فیلتر canny یکی از معروف ترین روشهای آشکارساز لبه در پردازش تصویر است. ساختار فیلتر canny طوری طراحی شده که به نویز حساسیت کمتری داشته باشد. فیلتر canny برای آشکارسازی لبه های تصویر، از یک الگوریتم 5 مرحله اساسی استفاده می کند:

- کاهش نویز تصویر (noise reduction)
- محاسبه گرادیان تصویر
- سرکوب/حذف نقاط غیربیشینه (non-maxima suppression)
- آستانه گذاری دوگانه (double thresholding)
- دنبال کردن لبه های تصویر با روش hysteresis



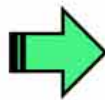
**نکته:** تصویر ورودی فیلتر canny یک تصویر سطح خاکستری هست، اگر تصویر رنگی باشد، باید در ابتدا به سطح خاکستری تبدیل کنیم.

## **مرحله اول: حذف نویز تصویر (noise reduction)**

تصویر ورودی ممکن است حاوی نویز باشد، و اگر نویز تصویر کاهش نیابد، بسیاری از نقاط تصویر به اشتباه لبه شناسایی می‌شوند. همچنین ممکن است تصویر شامل یک سری آبجکتهای خیلی کوچک باشد که مرتبط با object اصلی تصویر نباشند و بهتر است آنها نیز حذف شوند تا لبه های مناسب برای تصویر استخراج شود. برای همین در مرحله اول فیلتر canny یک فیلتر متوسط گیری از نوع گوسین روی تصویر اعمال می شود تا نویز تصویر را کاهش دهد. یکی از خاصیت های فیلتر متوسط گیری محو کردن object های کوچک تصویر است. در مرحله اول علاوه بر کاهش نویز تصویر، object های کوچک و غیر ضروری نیز از تصویر محو می شوند.

**نکته:** معمولا اندازه فیلتر گوسین را  $([5 \times 5], [7 \times 7], [9 \times 9])$  و سیگما را 1 در نظر میگیرند.

در زیر تصویر ورودی و خروجی مرحله اول نشان داده شده است (اندازه فیلتر گوسین  $5 \times 5$  و سیگما 1 است).



## مرحله دوم: محاسبه گریدیان تصویر

در مرحله دوم الگوریتم canny ، مقدار (intensity) و جهت (direction) گریدیان محاسبه می شود. برای اینکار لازم است در ابتدا از فیلترهای sharpening استفاده میشود تا لبه های تصویر برجسته شوند. بهتر است فیلترهایی استفاده شوند که لبه های افقی و عمودی را برجسته کنند. برای اینکار میتوانیم از mask های فیلتر سوبل استفاده کنیم. بعد از اعمال mask های سوبل، دو تصویر ساخته میشود که در یکی از آنها لبه های افقی و در یکی از آنها لبه های عمودی تصویر برجسته شده اند.

$$h_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



$$h_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$



در ادامه طبق روابط زیر intensity و direction گریدیان محاسبه می شود:

**Gradient intensity**

$$M = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

**Gradient Direction**

$$\theta = \tan^{-1} \frac{G_y}{G_x}$$

**Intensity:** شدت تغییرات شدت روشنایی را مشخص می کند(مقادیر

مساوی و یا بزرگتر از صفر حاصل میشود. اگر تغییرات شدت روشنایی بین پیکسلها وجود نداشته باشد مقداری برابر با صفر و یا نزدیک صفر خواهد بود. و اگر پرش شدت روشنایی بین پیکسلها وجود داشته باشد عددی بزرگتر از صفر خواهد بود).

**Direction:** جهت تغییرات شدت روشنایی را مشخص میکند (که عددی بین -180:180 است).

همانطور که در شکل زیر مشاهده می کنید در intensity گرادیان لبه های تصویر بهبود پیدا کرده اند. از این مرحله به بعد، پردازش ها روی تصویر intensity گرادیان انجام می شود تا لبه ها تصویر استخراج شوند.

Gradient intensity



Gradient Direction

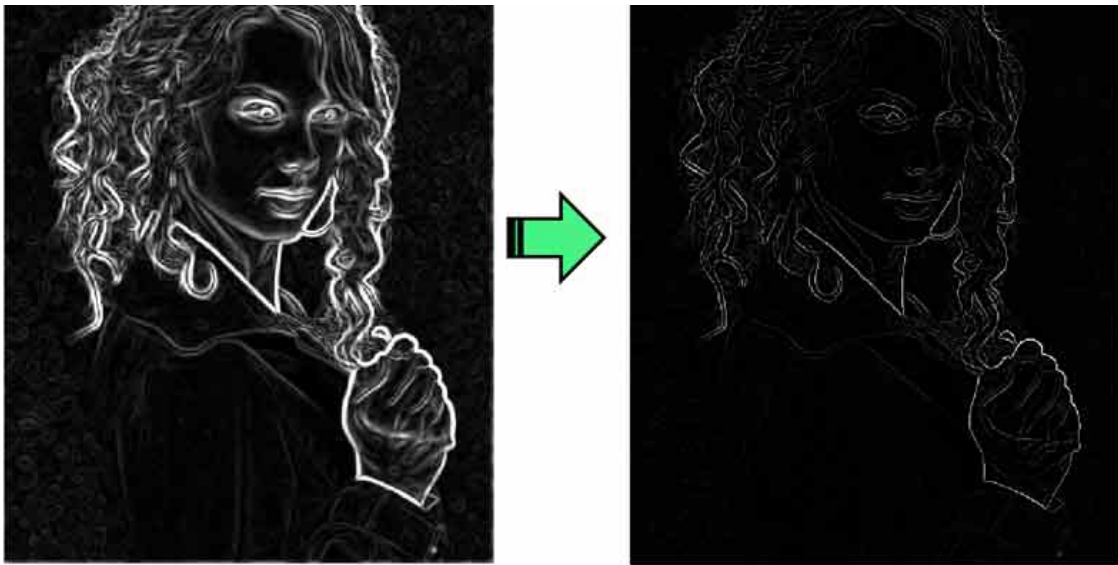


### مرحله سوم: حذف/سرکوب نقاط غیربیشینه

هدف الگوریتم canny پیدا کردن مرکز لبه های تصویر است. در تصویر intensity گرادیان جاهایی که لبه وجود دارد، ضخامت بالا هست. و اگر از همین تصویر به طور مستقیم در مرحله 4 و 5 استفاده شود، لبه های بدست آمده در تصویر نهایی ضخامت بالایی خواهند داشت که مطلوب نیست. برای حل این مشکل، در مرحله سوم، نقاط غیر بیشینه تصویر سرکوب می شوند تا در نتیجه آن ضخامت لبه های تصویر intensity کاهش پیدا کنند و مناسب مراحل بعدی باشند.





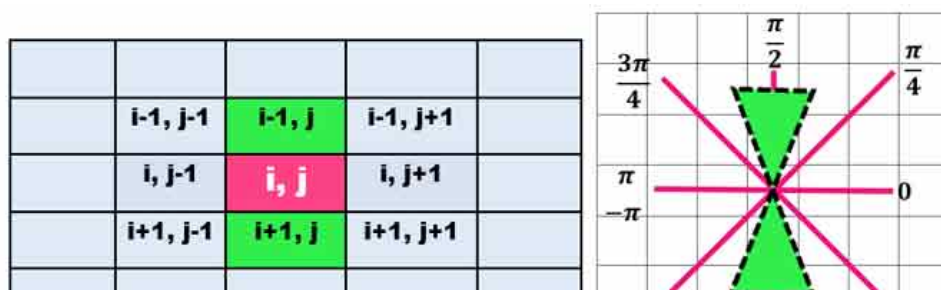


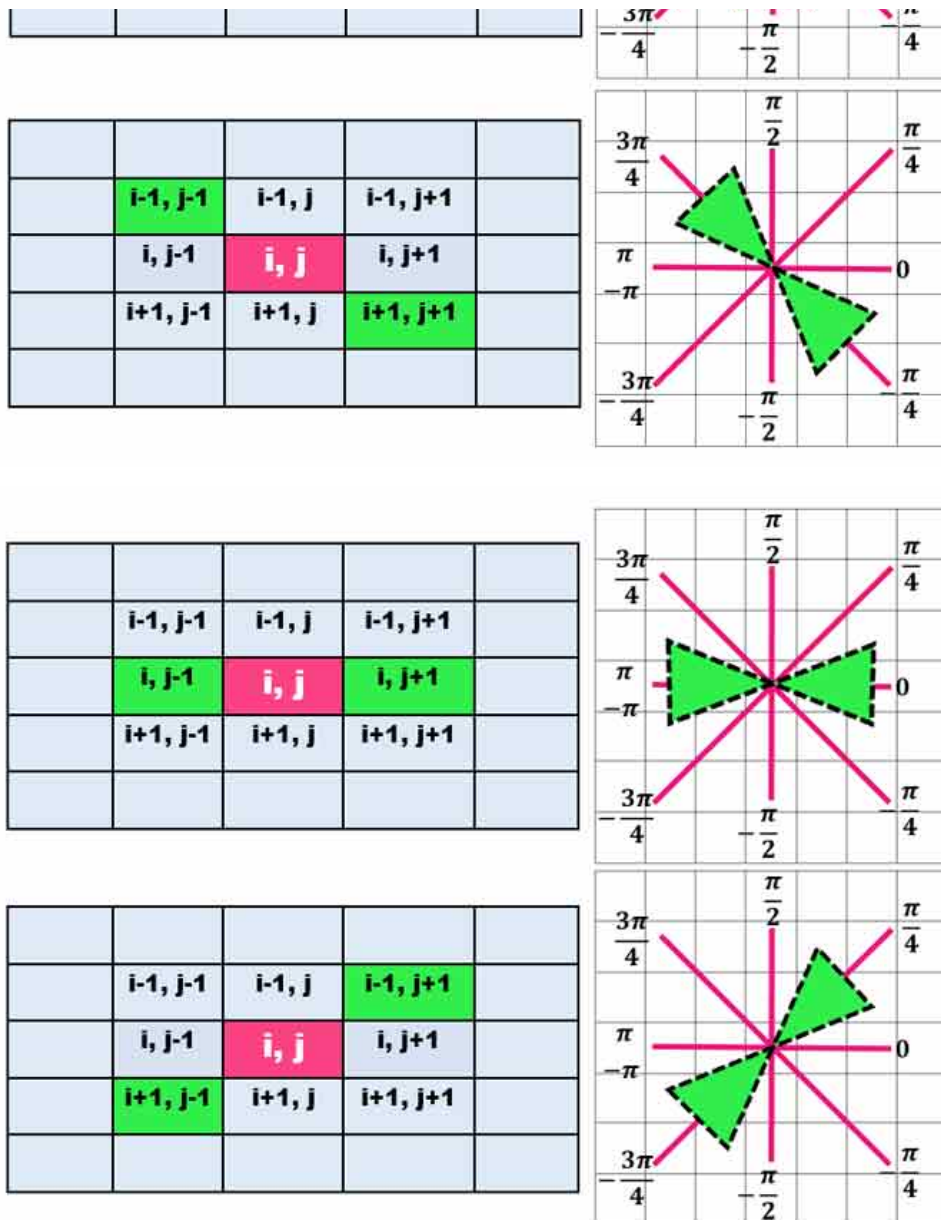
**مشخصات نقطه غیرپیشینه:** یک پیکسلی نقطه غیرپیشینه هست که مقدار آن از یکی از دو پیکسل کناری خود(که در یک جهت قرار دارند) کمتر باشد.

برای اینکه متوجه شویم کدام نقاط غیر پیشینه هستند لازم است که تک تک پیکسلهای تصویر intensity را پیمایش کنیم، با کمک direction گرادیان دو پیکسل کناری را در یک جهت را پیدا کنیم، سپس مقدار آنها را با مقدار intensity پیکسل مورد نظر مقایسه کنیم. اگر مقدار یکی از دو پیکسل همسایه کمتر باشد، در اینصورت پیکسل مورد نظر یک نقطه غیرپیشینه هست و باید حذف شود(به صفر تبدیل شود). در غیر اینصورت پیکسل یک نقطه پیشینه هست و باید حفظ شود(مقدار خودش باقی بماند).

برای پیدا کردن دو همسایه کناری به direction هر پیکسل در تصویر direction گرادیان نگاه میکنیم. به ازای هر پیکسل یک عددی بین  $-180$  تا  $180$  بدست آماده هست.

در تصویر زیر نشان میدهم که چطور میتوان دو پیکسل کناری را برای پیکسل مورد نظر را پیدا کرد. کار خیلی ساده هست، به جهت هر پیکسل نگاه میکنیم. و در آن راستا دو پیکسل کناری را انتخاب میکنیم.





## مرحله چهارم: آستانه گذاری دوگانه

آستانه گذاری دو گانه، خیلی شبیه به همان آستانه گذاری سراسری است که در فصل اول دوره پردازش تصویر آموزش دادیم. ما در آستانه گذاری سراسری یک حد آستانه برای تصویر در نظر می‌گرفتیم و سپس پیکسل‌های تصویر را با آن مقایسه می‌کردیم، اگر مقدار پیکسلی بزرگتر از حد آستانه بود، به مقدار یک، و اگر کمتر از آن بود به مقدار صفر تبدیل می‌کردیم تا به یک تصویر باینری برسیم.

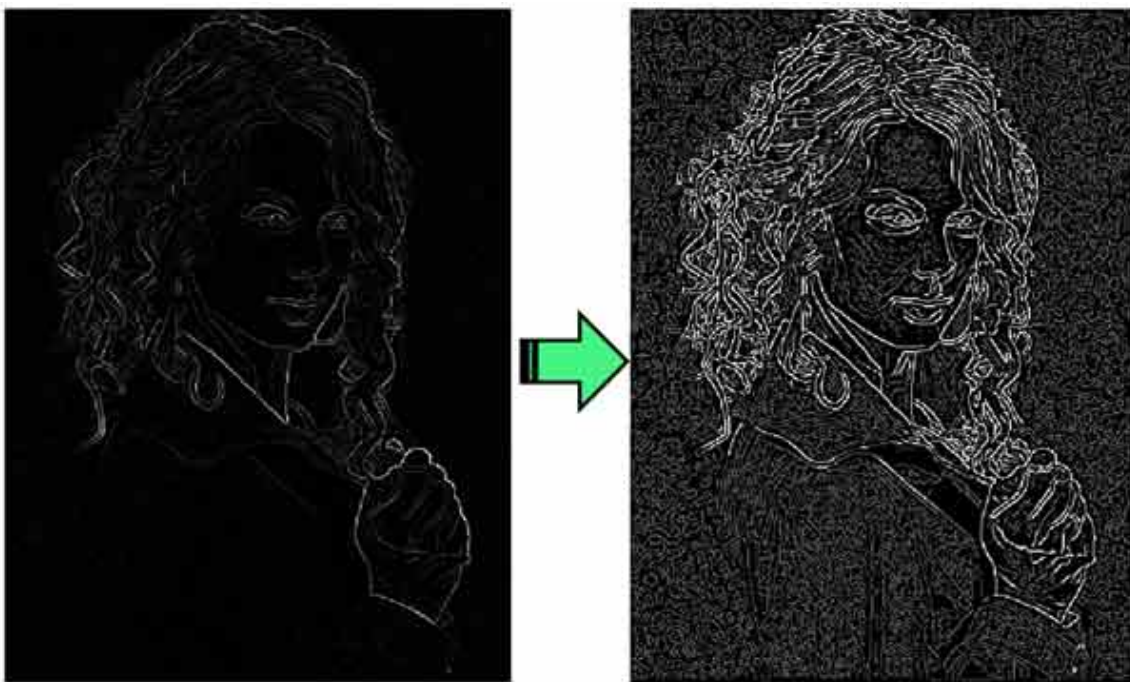
در آستانه گذاری دوگانه ما به جای تعیین یک حد آستانه، دو حد آستانه (حد آستانه بالا و حد آستانه پایین) برای تصویر گرادیان (تصویر خروجی مرحله سوم) انتخاب می‌کنیم. سپس مقادیر پیکسل‌های تصویر گرادیان را با دو مقدار حد آستانه مقایسه کرده و پیکسل‌های تصویر را به سه

گروه تقسیم میکنیم:

**پیکسل‌های قوی (strong pixels):** پیکسل‌هایی که مقدار آنها **بزرگتر** از **حد آستانه بالا** است. این پیکسل‌ها روی لبه و قرار گرفته اند و مقدار intensity آنها بالا است.

**پیکسل‌های غیرمرتبط (non relevant pixels):** پیکسل‌هایی که مقدار آنها **کمتر** از **حد آستانه پایین** است. این پیکسل‌ها در یک جایی که لبه وجود ندارد قرار گرفته اند و مقدار intensity آنها پایین است.

**پیکسل‌های ضعیف (weak pixels):** پیکسل‌هایی که مقدار آنها **کمتر** از **حد آستانه بالا و بیشتر** از **حد آستانه پایین** هست. مقدار intensity این پیکسل‌ها نه به قدری بزرگ هست که به عنوان لبه شناسایی شوند و نه به قدری پایین هست که به عنوان غیرلبه شناسایی شوند.



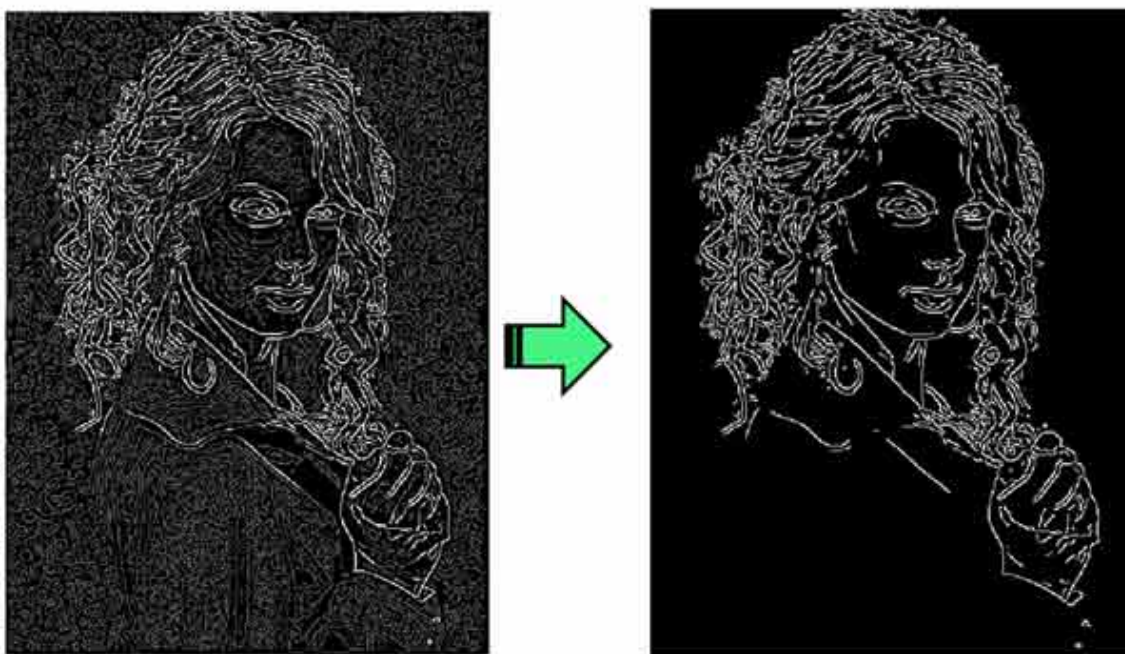
تکلیف پیکسل‌های قوی و غیرمرتبط در این مرحله مشخص می شوند. به پیکسل‌های قوی مقدار 1 (لبه) اختصاص داده می شود و به پیکسل‌های غیرمرتبط مقدار صفر (غیرلبه) اختصاص داده میشود. ولی تکلیف پیکسل‌های ضعیف در مرحله پنجم مشخص می شود.

**مرحله پنجم: دنبال کردن لبه های تصویر با روش hysteresis (پسماند)**

در این مرحله تکلیف پیکسل‌های ضعیف مشخص میشود. هدف این است که در نهایت به یک تصویر باینری برسیم. تکلیف پیکسل‌های قوی (لبه شناسایی شده اند و مقدار 1 به آنها اختصاص داده شده است) و غیرمرتبط (غیرلبه شناسایی شده اند و مقدار 0 به آنها اختصاص داده شده است) در مرحله قبل مشخص شده است و فقط پیکسل‌های ضعیف باقی مانده که در این مرحله تکلیف آنها نیز مشخص میشود. در این مرحله باید برای پیکسل‌های ضعیف یک تصمیم نهایی گرفته شود، یا باید به لبه تبدیل شوند (پیکسل‌های قوی) و یا حذف شوند (پیکسل‌های غیرمرتبط).

برای اینکه تصمیم بگیریم یک پیکسل ضعیف، پیکسل قوی هست یا غیرمرتبط، به همسایگی آن نگاه می‌کنیم تا ببینیم که این پیکسل آیا در کنار یک لبه قوی قرار گرفته است یا نه.

اگر در همسایگی  $3 \times 3$  یک پیکسل ضعیف، حداقل یک پیکسل قوی باشد، در این صورت این پیکسل در کنار یک لبه قوی قرار گرفته است و باید به مقدار یک (لبه) تبدیل شود و اگر در همسایگی آن هیچ پیکسل قوی وجود نداشته باشد به مقدار صفر (حذف می‌کنیم) تبدیل می‌کنیم.



---

---

در **فصل سوم دوره پردازش تصویر**، فیلتر canny را آموزش داده ایم. در ابتدا تئوری این الگوریتم (جزئیات مراحل) توضیح داده و سپس به



صورت مرحله به مرحله پیاده سازی کرده ایم و از سپس آن برای  
آشکارسازی لبه های تصاویر مختلف استفاده کرده ایم. اگر هدفتان  
یادگیری تخصصی این الگوریتم هست، پیشنهاد میکنیم به فصل سوم  
دوره پردازش تصویر مراجعه کنید.  
موفق باشید...