

به نام خدا

گزارش تمرین 5

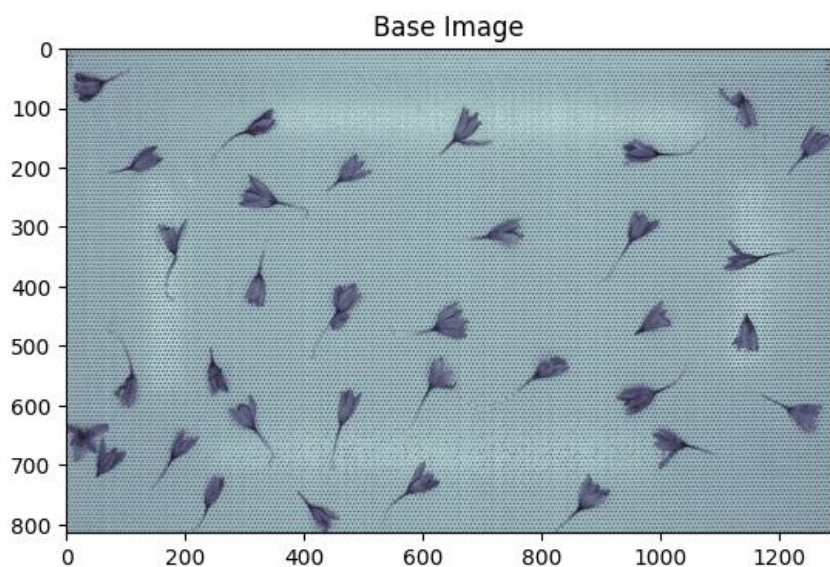
نیما کمبرانی ۹۸۵۲۱۴۲۳

مبانی بینایی کامپیوتر

استاد: دکتر محمدی

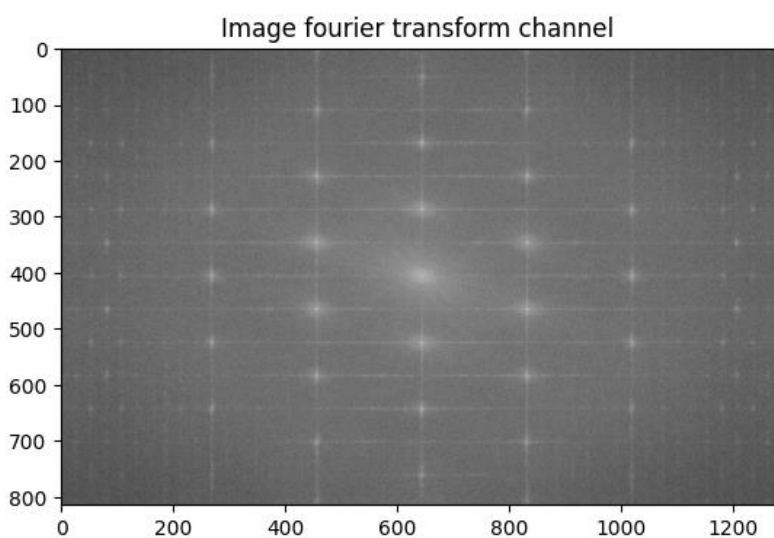
سوال ۱)
(الف)

برای حذف نویز و سوراخ های خط تولید تصویر که در شکل ۱ آمده است، ابتدا تبدیل فوریه این تصویر را حساب می‌کنیم.



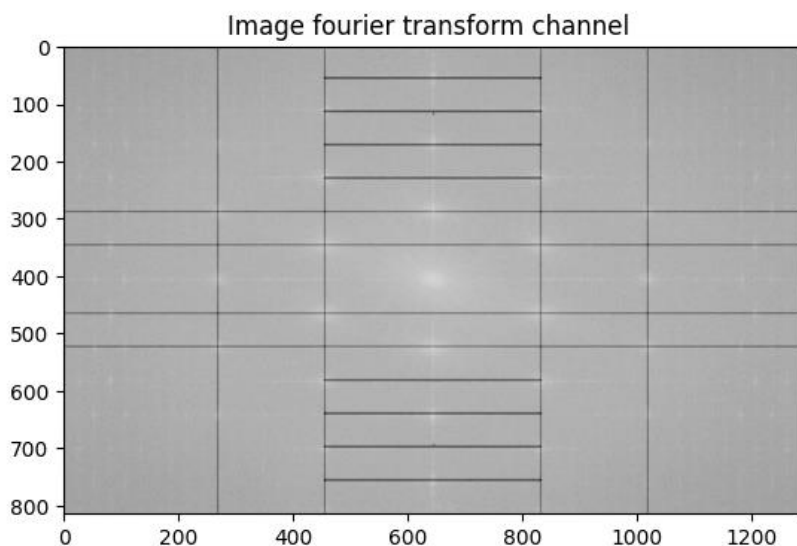
شکل ۱. تصویر ورودی پس از تبدیل به حالت سیاه و سفید

تبدیل فوریه تصویر ورودی را با استفاده از تابع fft2 بدلیل ۲ بعدی بودن تصویر بدست می‌آوریم که خروجی آن در شکل ۲ آمده است.



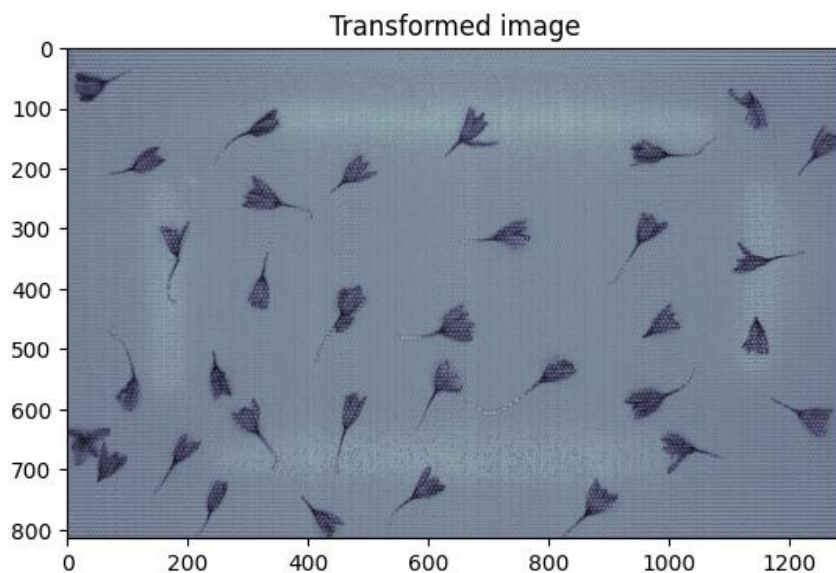
شکل ۲. تبدیل فوریه تصویر ورودی

در مرحله بعد با یافتن نقاطی که در تبدیل فوریه بصورت غیر عادی زیاد باشند را، یافته و سپس فیلتر می‌کنیم. که در شکل ۲ نقطه میانی برابر مقادیر فرکانس پایین هستند و بیشتر شکل های کلی را شامل می‌شوند اما نقاط پر رنگ به دور از مرکز فرکانس بالا دارند که بیشتر در نویز ظاهر می‌شود. تبدیل پس از اعمال فیلتر، در شکل ۳ آمده است.



شکل ۳. تبدیل فوریه تصویر پس از اعمال فیلتر که بصورت خطوط سیاه در تصویر مشخص است

پس از اعمال فیلتر با اعمال تبدیل معکوس به تصویر اصلاح شده می‌رسیم که در این حالت به طور مشخص بافت پس زمینه صاف شده است اما کمی نقاط دایره ای به گل ها نیز افزوده شده است. خروجی نهایی فیلتر در شکل ۴ مشخص است.



شکل ۴. تصویر بهبود یافته پس از اعمال فیلتر و کاهش نویز

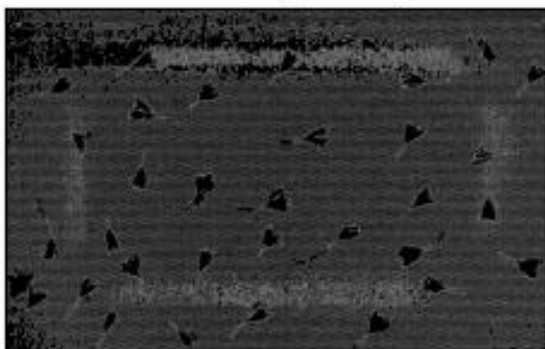
(ب)

برای پیاده سازی لبه یاب Canny از تابع آماده در opencv استفاده می‌کنیم که ۳ پارامتر بعنوان ورودی می‌گیرد. تصویری که لبه یابی بر روی آن انجام می‌شود، سطح اول و پایین لبه ها و سطح دوم و بالای لبه ها. با توجه به ساختار لبه یاب پس از محاسبه گرادیان و لبه های تصویر و حذف مینیموم محلی لبه های با اندازه بالاتر از سطح دوم را به عنوان لبه در نظر می‌گیرد و در مرحله بعد لبه های با اندازه بین سطح اول و دوم که در کنار یک لبه قوی هستند را، بعنوان لبه انتخاب می‌کند و بقیه نقاط ۰ می‌شوند.

در نتیجه اگر سطح دوم بسیار بالا باشد، ممکن است تعداد زیادی از لبه های مهم حذف شوند. اگر سطح دوم کوچک باشد تعداد زیادی از نقاط که ممکن است شامل نویز باشد در محاسبه لبه انتخاب می‌شوند و خروجی مطلوبی نخواهد بود. همچنین اگر سطح اول نیز کوچک باشد همچنان ممکن است لبه های اضافه انتخاب شوند و اگر سطح اول بزرگ و یا نزدیک به سطح دوم باشد به‌درستی لبه های مهم و کمی ضعیف تر از لبه اصلی را از دست می‌دهیم.

برای این مسئله مقادیر لبه ها به ترتیب ۱۶۰ و ۴۵۰ برای سطح اول و سطح دوم انتخاب شده است. در شکل ۵ لبه یاب بر روی تصویر ابتدایی و تصویر فیلتر شده آمده است.

Base image Edges



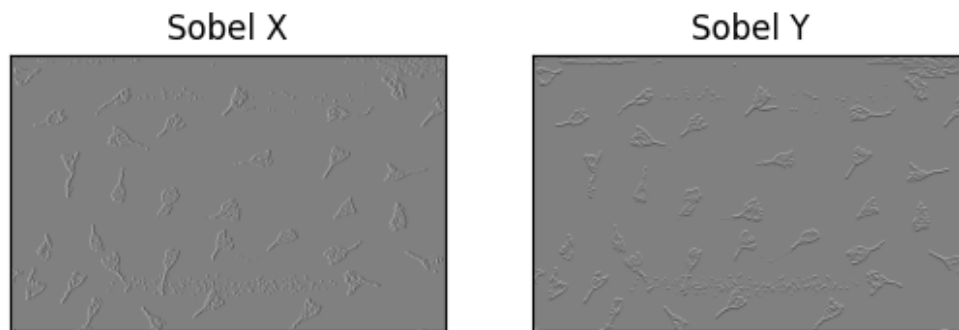
Enhanced image Edges



شکل ۵. خروجی حاصل از اعمال لبه‌یاب Canny بر روی تصویر ابتدایی و تصویر بهبودیافته

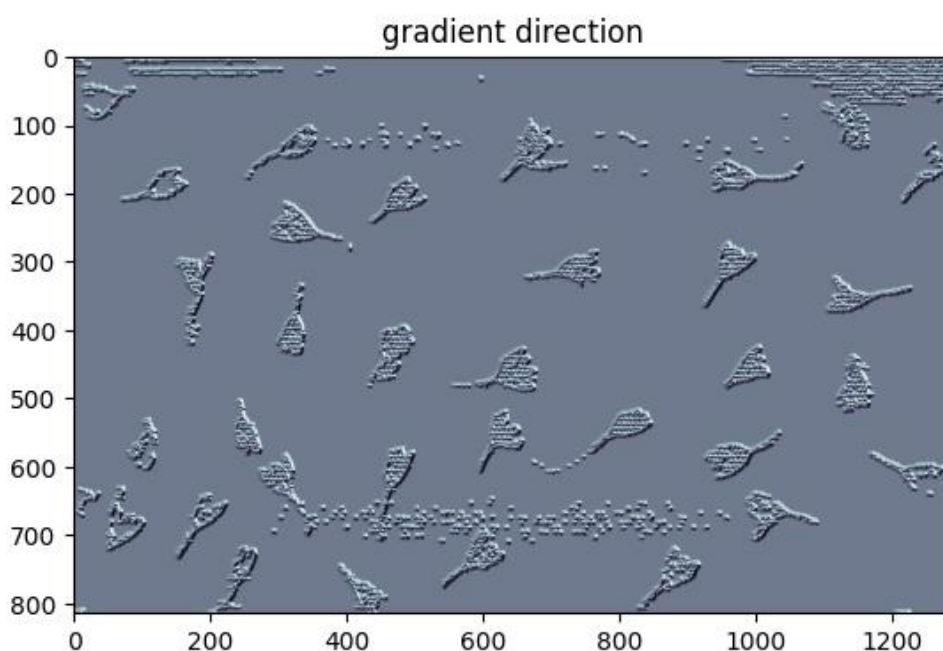
(ج)

برای محاسبه گرادیان تصویر باید در دو راستای افقی و عمودی مشتق تصویر را محاسبه کنیم. محاسبه مشتق با استفاده از تنها دونقطه قبل و بعد باعث تقویت نویز می‌شود، در نتیجه از فیلتر Sobel برای محاسبه مشتق استفاده می‌شود که علاوه بر مشتق در یک راستا هموار سازی در راستای دیگر را نیز اعمال می‌کند. در شکل ۶ خروجی تابع را برای دو راستای عمودی و افقی نشان داده است.



شکل ۶. گرادیان تصویر در دو راستای عمودی و افقی با استفاده از تابع *sobel*

در مرحله بعد با استفاده از تابع $\arctan2$ زاویه گرادیان در هر نقطه از تصویر را می‌یابیم. در شکل ۷ خروجی تابع \arctan و جهت گرادیان هر نقطه مشخص شده است.



شکل ۷. جهت گرادیان در تصویر خروجی لیه یاب *Canny*

(د)

برای یافتن نقطه اتصال ساقه به گلبرگ با استفاده از جهت گرادیان، می‌توان با بررسی محلی گرادیان، بدنبال نقاطی بگردیم که زاویه گرادیان در یک طرف آنها بدون تغییر و یا با تغییر کم باشد (نشانه ساقه که نسبتاً صاف و با تغییر کم است) و در طرف دیگر با تغییر جهت گرادیان به دو سمت متفاوت است (نشانه گلبرگ که زاویه لبه‌های آن به ساقه متفاوت است).

سوال ۲)

با توجه به فرمول تبدیل فوریه که در شکل ۸ آمده است، اگر اندازه پیکسل های سیاه را ۰ و اندازه پیکسل سفید را ۱ در نظر بگیریم، اگر شماره سطر و ستون پیکسل سفید برابر (a, b) باشند، خواهیم داشت:

$$F(k, l) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} f(i, j) e^{-j2\pi(\frac{ki}{N} + \frac{lj}{N})}$$

شکل ۸. فرمول تبدیل فوریه ۲ بعدی برای تصاویر

$$F(k, l) = \sum \sum f(x, y) e^{-j2\pi(kx/N + ly/n)}$$

در نتیجه با توجه به اینکه تمام پیکسل ها به غیر از یک پیکسل ۰ هستند داریم:

$$F(k, l) = e^{-j2\pi(ka/N + lb/N)}$$

بنابراین اگر پیکسل سفید یک پیکسل به سمت راست حرکت کند، محل جدید آن برابر (a+1, b) خواهد بود، در نتیجه در حالت جدید داریم:

$$F(k, l) = e^{-j2\pi(k(a+1)/N + lb/N)} = e^{-j2\pi(ka/N + lb/N) + k/N}$$

در نتیجه طیف فرکانسی در جهت افقی با توجه به شماره ستون تبدیل فوریه K و اندازه تصویر N=32 به اندازه K/32 به زاویه آن افزوده می شود.

سوال ۳)

شکل زیر دارای یک لبه عمودی را در نظر می گیریم.

-1	-1	0	1	1
-1	-1	0	1	1
-1	0	1	1	1
-1	0	1	1	1
-1	-1	1	1	1

با توجه به فیلتر sobel عملیات کانولوشن را بر روی تصویر اعمال می کنیم و خروجی را دست می آوریم.

فیلتر sobel بصورت زیر است:

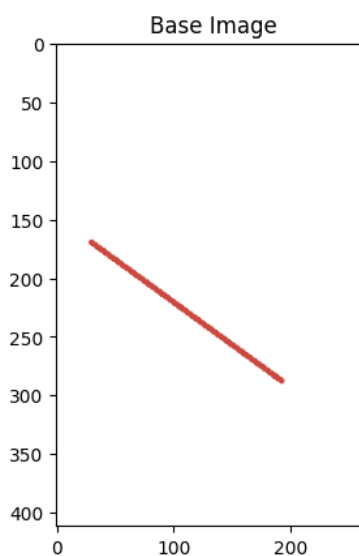
-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

در نتیجه خروجی بصورت زیر خواهد بود:

5	7	3
7	5	1
8	5	0

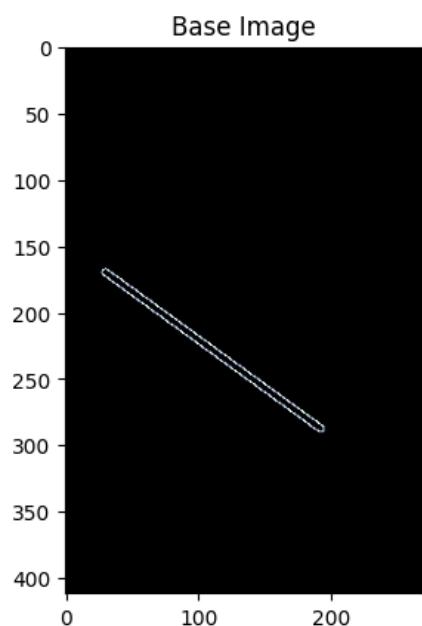
سوال ۴)

معادله خط از دو پارامتر m شیب خط و c فاصله از مبدا تشکیل شده است که در نهایت معادله $Y=mX+c$ را تشکیل می‌دهند که با داشتن نقاط خط می‌توان مقادیر این پارامتر ها را بدست آورد. برای بدست آوردن معادله خط داده شده در شکل ۹، ابتدا با یافتن لبه های موجود در تصویر شروع می کنیم.



شکل ۹. تصویر اولیه برای یافتن پارامتر های خط

با توجه به این که تنها نقاط روی پاره خط، لبه ها را تشکیل می‌دهند، پس از اعمال تابع لبه یاب **canny**، که نتیجه آن در شکل ۱۰ آمده است، تنها نقاط روی این پاره خط در خروجی مقدار بزرگ تر از ۰ دارند. بنابراین با یافتن مختصات این نقاط، می‌توان از آن‌ها برای یافتن پارامتر های خط استفاده کرد.



شکل ۱۰. تصویر خروجی پس از اعمال لبه یاب **Canny**

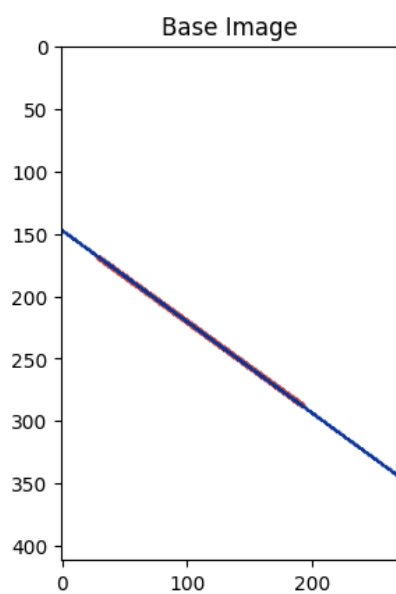
با یافتن نقاط خط می‌توان با استفاده از فرمول های اسلاید ها به مقادیر مناسب برای پارامتر ها دست یافت. سپس با قرار دادن پارامتر ها در فرمول خط معادله آن را بدست آورد.

$$m = \frac{\bar{x}\bar{y} - \overline{xy}}{\bar{x}^2 - \overline{x^2}}$$

$$c = \bar{y} - m\bar{x}$$

شکل ۱۱. رابطه ها بدست آوردن پارامتر های معادله خط

مقادیر محاسبه شده برای **c** و **m** به ترتیب ۲۰۱- و ۱.۳۶ است که خط بدست آمده در شکل ۱۲ به رنگ آبی رسم شده است.



شکل ۱۲. پاره خط ابتدایی به رنگ قرمز و خط حاصل از پارامتر های بدست آمده به رنگ آبی رسم شده است.