

تمرین پنجم پردازش تصاویر رقومی

پردازش تصاویر در حوزه فرکانس

محمد سلمانی

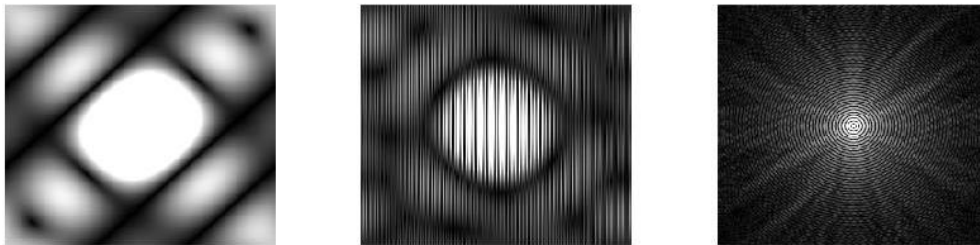
۸۱۰۳۹۸۰۸۳

جواب سوال (۱)

در این تمرین ابتدا به منظور انجام پیش پردازش، تابعی به نام `binaryImg` ساخته شد که با حد آستانه گذاری مقادیر درجات خاکستری هر تصویر را میتواند به صورت صفر و یکی و فقط سیاه و سفید در آورد. از این تابع در سرتاسر تمرین اول استفاده خواهد شد (به جز تصاویری که به صورت گرادیانت هستند).

در مرحله بعد اقدام به تبدیل تصاویر به حالت فرکانسی میکنیم. به این منظور تابعی به نام `fftFunction` نوشته شد که توابع `fft2` و `fftshift` را به صورت همزمان اجرا میکند. در نهایت خروجی هر یک از تصاویر به صورت فرکانسی به شکل زیر درآمد که آنها را بررسی خواهیم کرد.

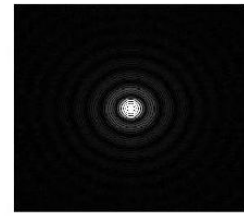
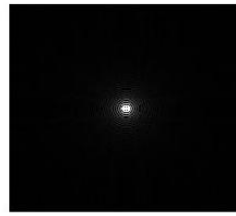
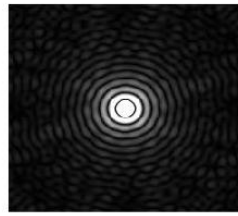
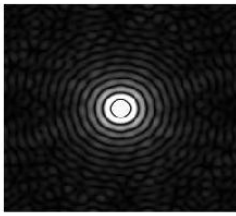
لازم به ذکر است که برای نمایش بهتر تصاویر از تبدیل لگاریتمی استفاده شده است. این تبدیل در تابعی به نام `imgLog` ذخیره شد و با فراخوانی تابع، تبدیل لگاریتمی انجام شد.



در صورتی که در فضای فرکانس نقطه ای وجود داشته باشد، اگر ما از هر جهتی به سمت این نقطه حرکت کنیم، یک باکس با طول بسیار کوچک داریم. بنابراین سینک به دست آمده از تبدیل فوریه یک نقطه عرض بسیار زیادی خواهد داشت که در شکل سمت چپ این عرض با روشنایی بسیار زیاد مشاهده میشود.

در شکل دوم، در واقع سه نقطه به صورت قطار ضربه در کنار هم وجود دارند. این قطار ضربه موجب به وجود آمدن شیارهای عمودی در شکل نسبت به شکل اول شده است.

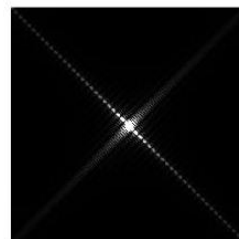
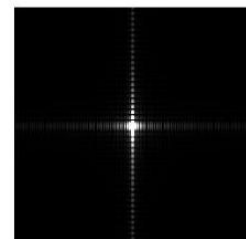
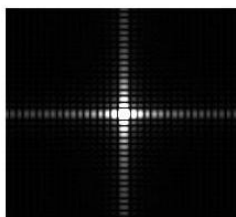
شکل سوم نیز به دلیل وجود یک دایره با ضخامت بسیار نازک، سینک های ما اول در همه جهات موجود خواهند بود و دوما دارای گستردگی و عرض زیادی هستند. به همین دلیل تبدیل فوریه شکل، به صورت دایره های به هم چسبیده است که در کل شکل گسترده شده.



انتقال روی تبدیل فوریه تاثیری ندارد. بنابراین مشاهده میکنید که در صورت انتقال و شیفت دادن دیسک تو پر، تفاوتی در تبدیل فوریه تصاویر دیده نمیشود.

تبدیل فوریه دیسک به این صورت است که از هر طرف به این دیسک نزدیک میشویم، یک باکس با ضخامت زیاد داریم. حالا هر چه ضخامت باکس ها که همان قطر دیسک است بیشتر شود، ضخامت سینک حاصل از تبدیل فوریه کمتر خواهد شد. تفاوت تبدیل فوریه دو عکس میانی به همین علت است.

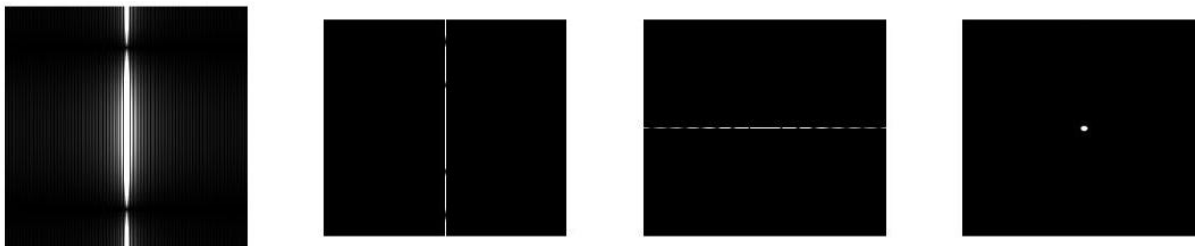
در مورد نوار میانی نیز به دلیل اینکه با حرکت در هر جهت باکسی را در پیش رو داریم، تبدیل فوریه به شکل نوار های دایروی حاصل خواهند شد. تفاوت نوار با ضخامت در شکل سمت راست و دیسک های تو پر در این است که در نوار، به نوعی یک قطار ضربه دو تایی نیز داریم.



در مربع سمت چپ به دلیل اینکه از دو طرف عمودی و افقی باکس های هم اندازه ای داریم، عرض سینک های عمودی و افقی در تبدیل فوریه نیز یکسان خواهد بود.

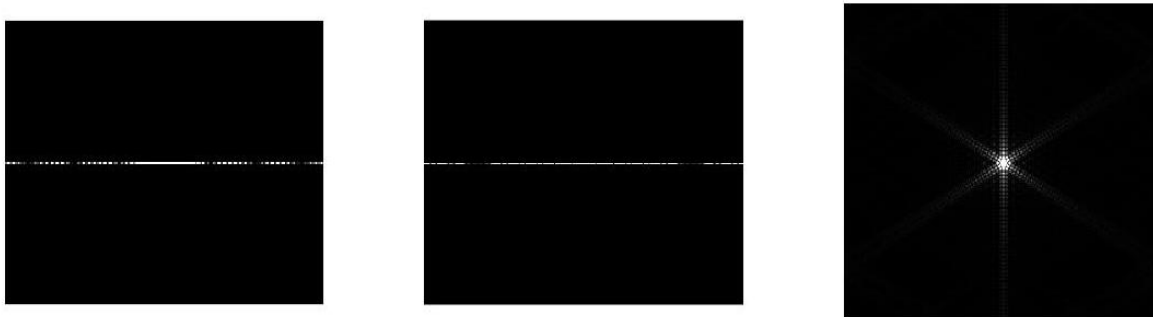
اما در مستطیل، آن جهتی که با باکس عریض تری روبه رو خواهد شد، دارای سینک با ضخامت کمتری است. در این سوال به دلیل عریض تر بودن مستطیل در جهت افقی، سینک های در جهت افقی دارای شدت کمتری هستند. حالا در صورت دوران این مستطیل، فاز تبدیل فوریه نیز دارای تغییر خواهد شد و تبدیل فوریه نیز به همان اندازه دوران خواهد داشت.

در تصویر سمت راست به دلیل اینکه در جهات عمودی تصویر، با تغییر ملایم درجات خاکستری مواجه میشویم، یک سینک افقی با عرض زیاد در تبدیل فوریه آن خواهیم داشت.



با حرکت در جهت پایین به بالا در شکل سمت راست، با یک باکس با ضخامت کم روبه رو میشویم. این باکس باعث به وجود آمدن سینک در جهات بالا به پایین یا عمودی خواهد شد. عرض این سینک نیز به دلیل کم بودن ضخامت خط بسیار زیاد خواهد بود. این مورد را در شکل های اول و دوم سمت چپ مشاهده میکنید. اما دلیل به وجود آمدن ارتعاشات عرضی در شکل اول آن است که در صورتی که در جهت افقی روی عکس اول حرکت کنیم، طول باکس مورد نظر کمتر از شکل دوم خواهد بود. به این دلیل در عکس سمت چپ در جهت افقی نیز سینک داریم.

در شکل سوم نیز به دلیل بیشتر شدن ضخامت خط، عرض سینک ها کوچکتر است و زود تر میرا خواهد شد.



در شکل سمت چپ و وسط سه خط به صورت قطار ضربه داریم که تبدیل فوریه آن ها را به دست آوردیم. دلیل اینکه سینک های عکس سمت چپ به هم نزدیک تر هستند، فاصله قطار ضربه آن هاست. فاصله قطار ضربه در فضای مکان در صورت رفتن به فضای فرکانس معکوس خواهد شد. بنابراین شکل سمت چپ به دلیل اینکه خطوط دورتری به هم دارد، تبدیل فوریه اش دارای قطار ضربه های نزدیک تری به هم است.

در مورد عکس ستاره: در این عکس مرز های ستاره را سه خط نمایش داد. یکی از آنها افقی و دو تای دیگر به صورت مورب و ضربدری هستند (البته هر یک از این مرز ها دارای یک جفت موازی با خود نیز میباشند که در تبدیل فوریه موجب به وجود آمدن قطار ضربه میشود). حال اگر تبدیل فوریه این شکل را محاسبه کنیم، سینک های ما در جهات عمود بر مرز های ستاره خواهد بود.

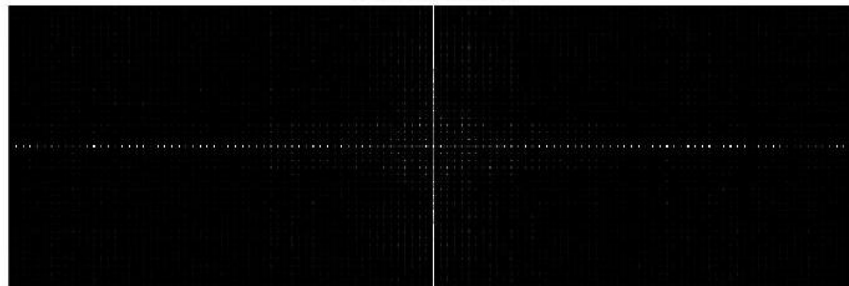
جواب سوال ۲)

در ابتدا پس از آماده سازی تصاویر، هر دو تصویر ۱ و ۲ را به فضای فرکانس میبریم. نتایج به دست آمده به صورت زیر است.

Original wave

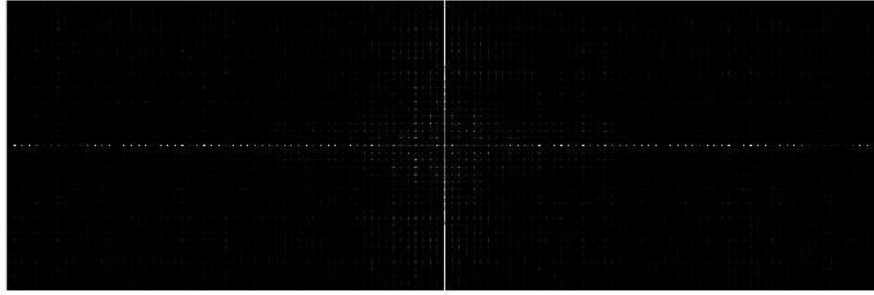


Sine-noised wave

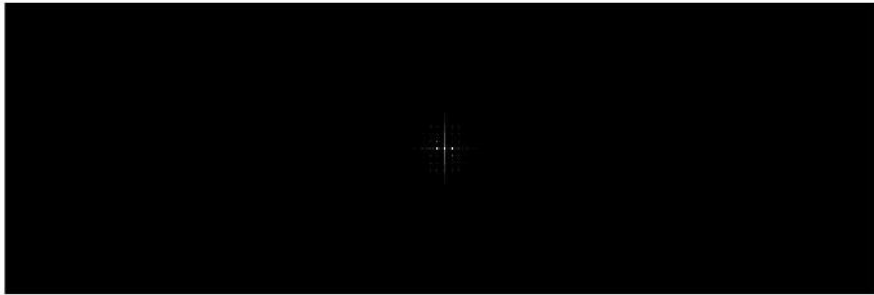


تاثیر نویز در تصاویر کاملا با نقاط افزوده شده سفید رنگ قابل مشاهده است. برای رفع نویز از تابع گاوسین در فضای فرکانس استفاده میکنیم. تابع گاوسین به صورت جداگانه نوشته شد و در این قسمت به کار برده شد. در نهایت فرکانس تصویر فیلتر شده به صورت زیر خواهد شد.

Sine-noised wave

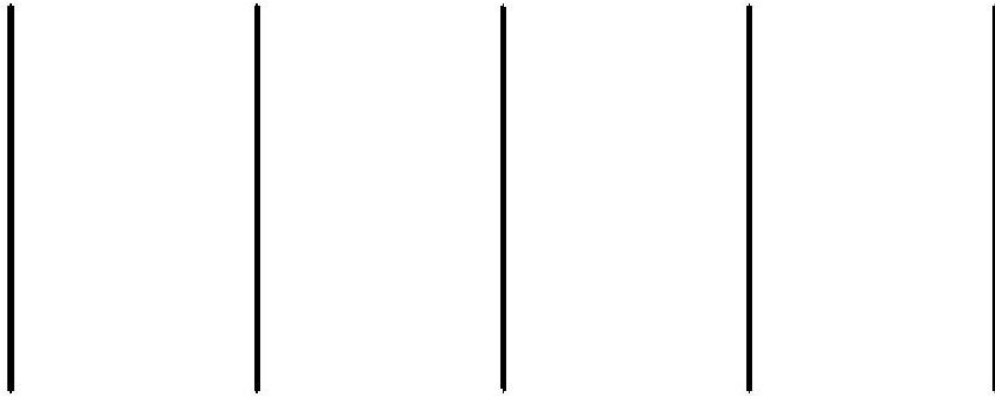


Gaussian filtered Sine-noised image



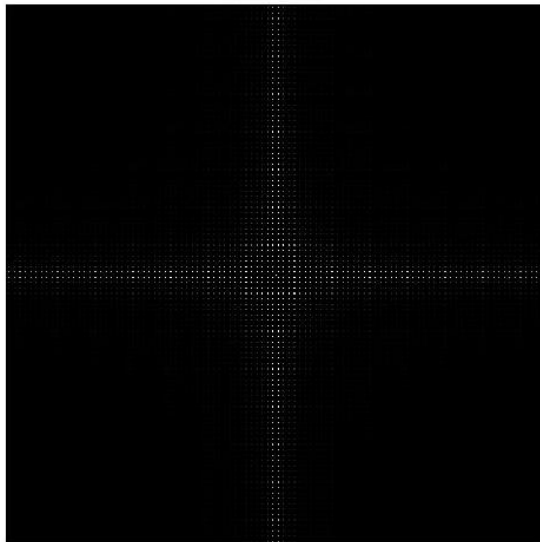
همانطور که مشاهده میشود، فیلتر پایین گذر گاوسین فرکانس های پایین که در وسط تصویر فرکانس قرار دادند را عبور میدهد و اجازه عبور به فرکانس های بالاتر را نمیدهد. در این تمرین از $D_0 = 10$ استفاده شد. در نهایت تصویر فیلتر شده، به صورت زیر درمیآید. مشاهده میشود که اثر نویز ها پس از اعمال فیلتر به طور کلی رفع شده است. اما در لبه ها عکس مخدوش شده و مانند تصویر اصلی نیست. لازم به ذکر است که برای نمایش این تصویر از تابع تکه ای که در Assignment2 نوشته شده بود استفاده شد تا درجات خاکستری تصویر به بازه ۰ تا ۲۵۵ بروند.

Sin wave after filtering

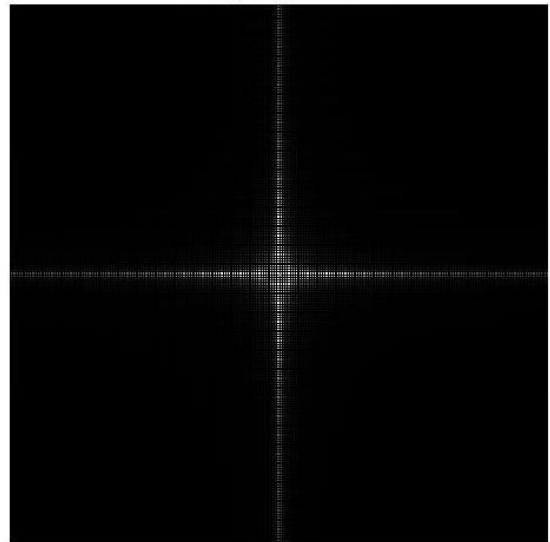


در قسمت بعدی سوال که به تصاویر ۳ و ۴ میپردازد، پس از آماده سازی های اولیه، تصاویر به حوزه فرکانس رفتند. در نهایت به شکل زیر در میایند.

checker fft2



Large checker fft2

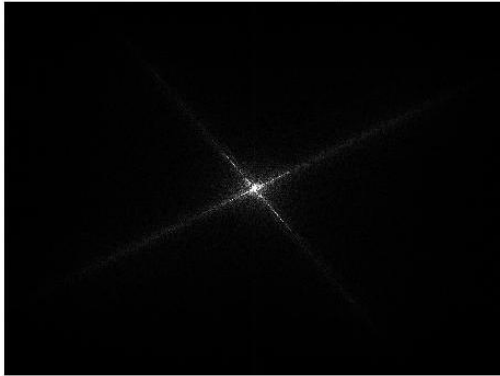


در شطرنجی بزرگتر با حرکت در جهت افقی و عمودی، زمانی که به وسط تصویر میرسیم با تغییر شدید درجات خاکستری مواجه میشویم. بنابراین در دو جهت عمودی و افقی، دارای سینک خواهیم بود. در شطرنجی بزرگتر این عمل به صورت پی در پی اتفاق میفتد. به نوعی قطار ضریه ای از این تغییرات ناگهانی داریم.

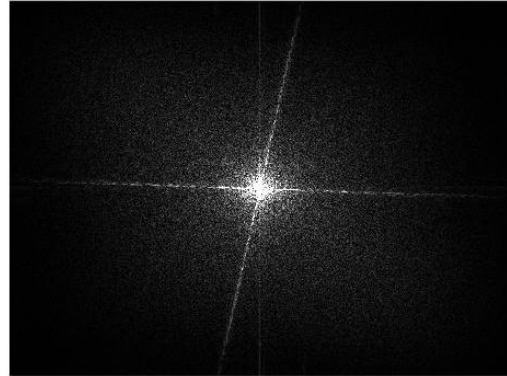
تمرین سوم)

هر دو تصویر را به فضای فرکانس میبریم. فضای فرکانس هر یک از تصاویر ماهواره ای و هوایی به شکل زیر خواهد شد.

Fourier transform of satellite picture



Fourier transform of aerial picture



اگر به تصویر های اصلی در حوزه مکان نگاه کنیم، مشاهده میشود که خیابان های در هر دو تصویر باعث به وجود آمدن اختلاف درجه خاکستری شده است.

با تبدیل تصاویر به حوزه فرکانس، سینک ها در جهت عمود بر خیابان در هر دو تصویر مشاهده خواهند شد.