



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

مسعود ناطقی ۹۶۱۰۲۵۶۷

تمرین پردازش و تحلیل تصاویر پزشکی

دکتر فاطمیزاده

① با توجه م اینکه سایر نمودارها برابر است با $[65 \times 65]$ در صورت سوال، سایز نمودار 5×5 می شود.
 حجم جیس در ابتداء $\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}$ را که جایگاه دارای کرنل متقارن و ضریب را در آفرزیده ای کنیم.

0.0072	0.0457	0.0847	0.0457	0.0072
0.0457	0.2910	0.5394	0.2910	0.0457
0.0847	0.5394	1	0.5394	0.0847
0.0457	0.2910	0.5394	0.2910	0.0457
0.0072	0.0457	0.0847	0.0457	0.0072

: برآورده نموده کردن لافنی است کرنل بالا را در ضریب زیر ضرب کنیم:

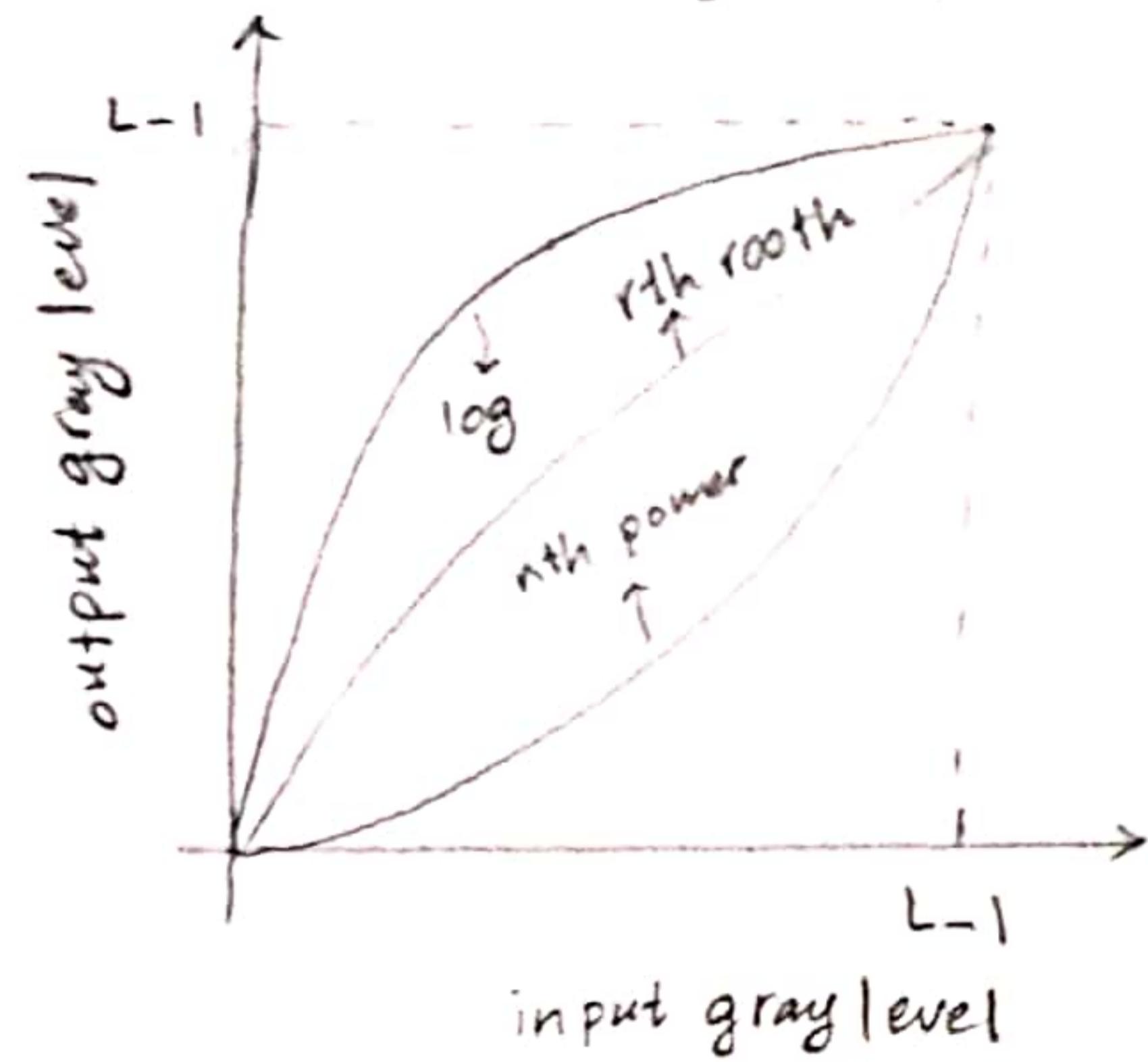
$$K = \frac{1}{\text{مجموع عناصر کرنل بالا}} = 0.1978$$

: پذیرش کرنل گوسی نزدیکی نصیرت زیری شود:

0.0014	0.0090	0.0168	0.0090	0.0014
0.0090	0.0576	0.1067	0.0576	0.0090
0.0168	0.1067	0.1978	0.1067	0.0168
0.0090	0.0576	0.1067	0.0576	0.0090
0.0014	0.0090	0.0168	0.0090	0.0014

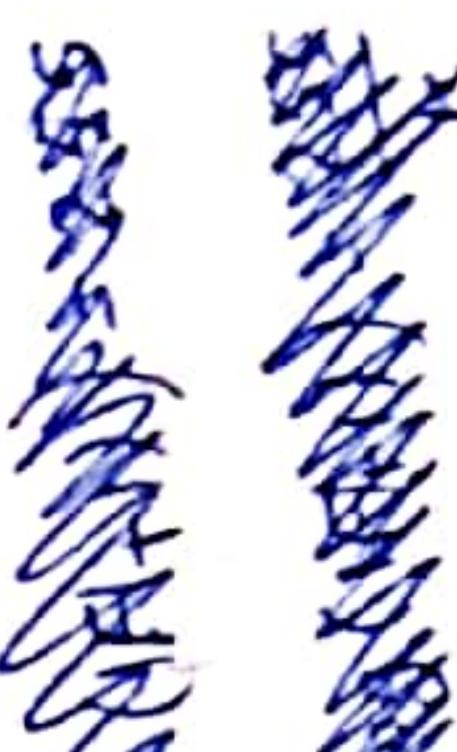
(2) الف) در هر دو تصویر مُنْهَل contrast بین دارم. در نعل ۱ تغییر دلیل اینکه پیکر ۲ متوازن روشی زیاد دارد
که از خاص و سعید دیده شود و در نعل ۲ متوازن روشی پیکر حاکم است و بعین دلیل تغییر تردد دیده شود.
تصویر خلاصه: نعل نعل ۱، تراکم بالا در مقادیر روشنایی زیاد
نعل نعل ۲، " " " کم

"نعل زیر مودار شبیل گاریتی مختص داده شده است.



نمودار شبیل گاریتی مخصوصیت بالای درد و دریگ محدوده خاص با استفاده از
شبیل گاریتی، مقادیر روشنایی آولیه به محدوده گسترده تحریر نگاشته شده است. همین موضع بر اساس مقادیر روشنایی دریار
برای شبیل گاریتی power law برقرار است.

پس بطور خلاصه: نعل ۱: استفاده از power law (توان بزرگتر از ۱)
نعل ۲: استفاده از گاریتی



۳. در تصاویر به فرمت **binary**, پیکسل ها تنها می‌توانند دو سطح تاریک یا روشن را داشته باشند. بنابراین تنها می‌توان با استفاده از یک بیت، مقدار روشنایی هر پیکسل را تعیین کرد. در زمینه پردازش سیگنال از این تصاویر می‌توان به عنوان **mask** استفاده کرد. هم چنین برخی از وسایل نظیر پرینترها و نمایشگرها تنها می‌توانند تصاویر به فرمت **binary** را نشان بدهند. به خاطر حجم کمی که برای ذخیره سازی این تصاویر نیاز است، در وسایلی نظیر فکس استفاده می‌شوند.^۱

در تصاویر **grayscale** مقدار هر پیکسل نشان دهنده میزان روشنایی آن است و این تصاویر تک کanal هستند. معمولاً از ۸ بیت **uint8** و ۱۶ بیت **uint16** برای نمایش رنگ‌ها استفاده می‌شود و بنابراین به ترتیب $65536/256$ رنگ مختلف سیاه-سفید به وجود می‌آید.

تصویر **RGB** از ۳ کanal قرمز (red)، سبز (green) و آبی (blue) تشکیل شده است که هر یک از کanal‌ها به منزله یک تصویر تک کanal **grayscale** می‌باشد و از کنار هم قرار گرفتن این ۳ کanal، تصویر رنگی ایجاد می‌شود.^۲

یک نرم افزار پردازش تصویر است که توسط گروهی در موسسه Mayo نوشته شده است. یک فرمت متداول که در این **Analyze** نرم افزار و نرم افزارهای دیگر استفاده می‌شود فرمت (7.5) **Analyze** است. یک عکس با این فرمت از یک فایل عکس و یک فایل **header** تشکیل شده است. اگر اسم عکس بطور مثال **brain** باشد نام محتواهای این عکس به ترتیب **brain.img** و **brain.hdr** است. فایل **.img** شامل اعدادی است که اطلاعات داخل عکس را در بر دارد. و فایل **.hdr** شامل اطلاعاتی درباره فایل **.img** است از قبیل اینکه هر عدد در فایل **.img** با کدام **voxel** متناظر است و هم چنین تعداد پیکسل‌ها در راستای **X** و **Y** و **Z**.

^۳

از فرمت **NIfTI** برای ذخیره سازی عکس‌های fMRI استفاده می‌شود و به عنوان نسخه بهبود یافته‌ای برای فرمت **(7.5)** ارائه شد.^۴

از فرمت **Minc** برای ذخیره سازی داده‌های حجیم و عکس‌های **multi-modal** استفاده می‌شود.^۵

DICOM فرمتی است برای ذخیره سازی و اشتراک تصاویر پزشکی بین وسیله‌های مختلف نظیر اسکنرها، پرینترها و ... در این فرمت می‌توان هم تصویر پزشکی و هم اطلاعات بیمار را بصورت همزمان ذخیره کرد.^۶

از فرمت **double** برای انجام محاسبات دقیق‌تر در زبان‌های برنامه نویسی نظیر **Python** و **MATLAB** استفاده می‌شود و از این فرمت برای نمایش تصاویر استفاده نمی‌شود.

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Binary_image

² <https://en.wikipedia.org/wiki/Grayscale>

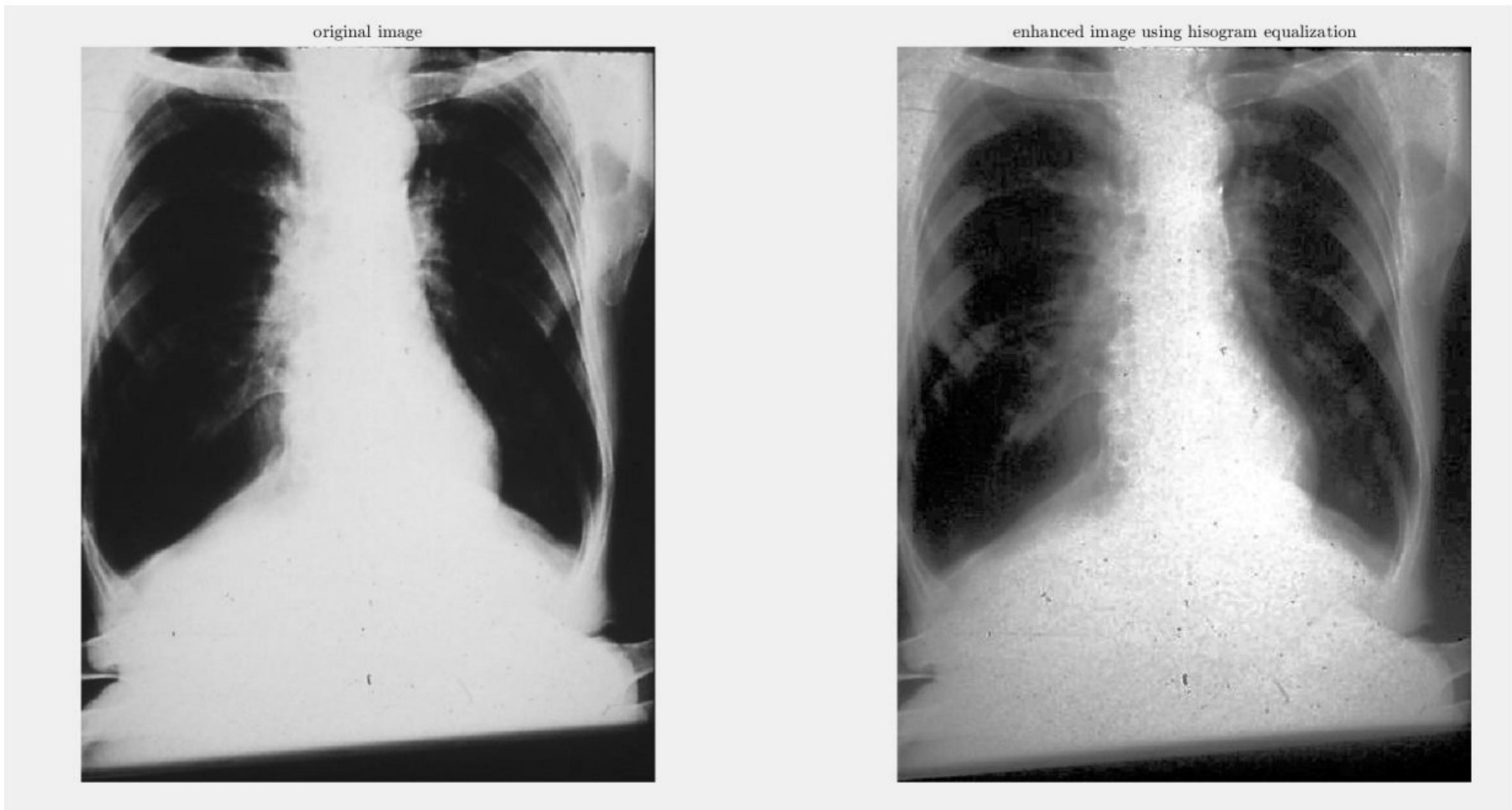
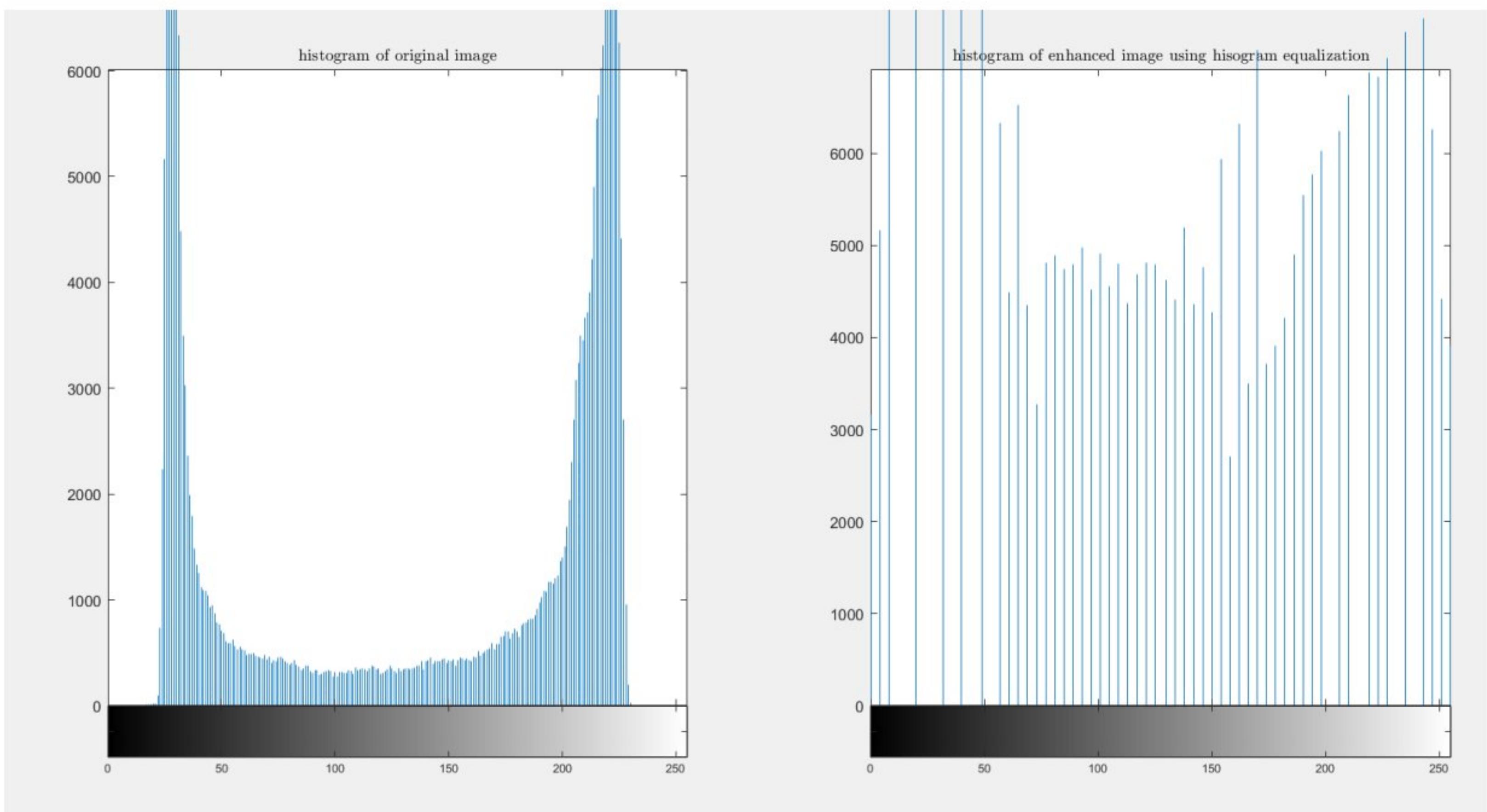
³ <https://imaging.mrc-cbu.cam.ac.uk/imaging/FormatAnalyze>

⁴ https://docs.safe.com/fme/html/FME_Desktop_Documentation/FME_ReadersWriters/nifti/nifti.htm

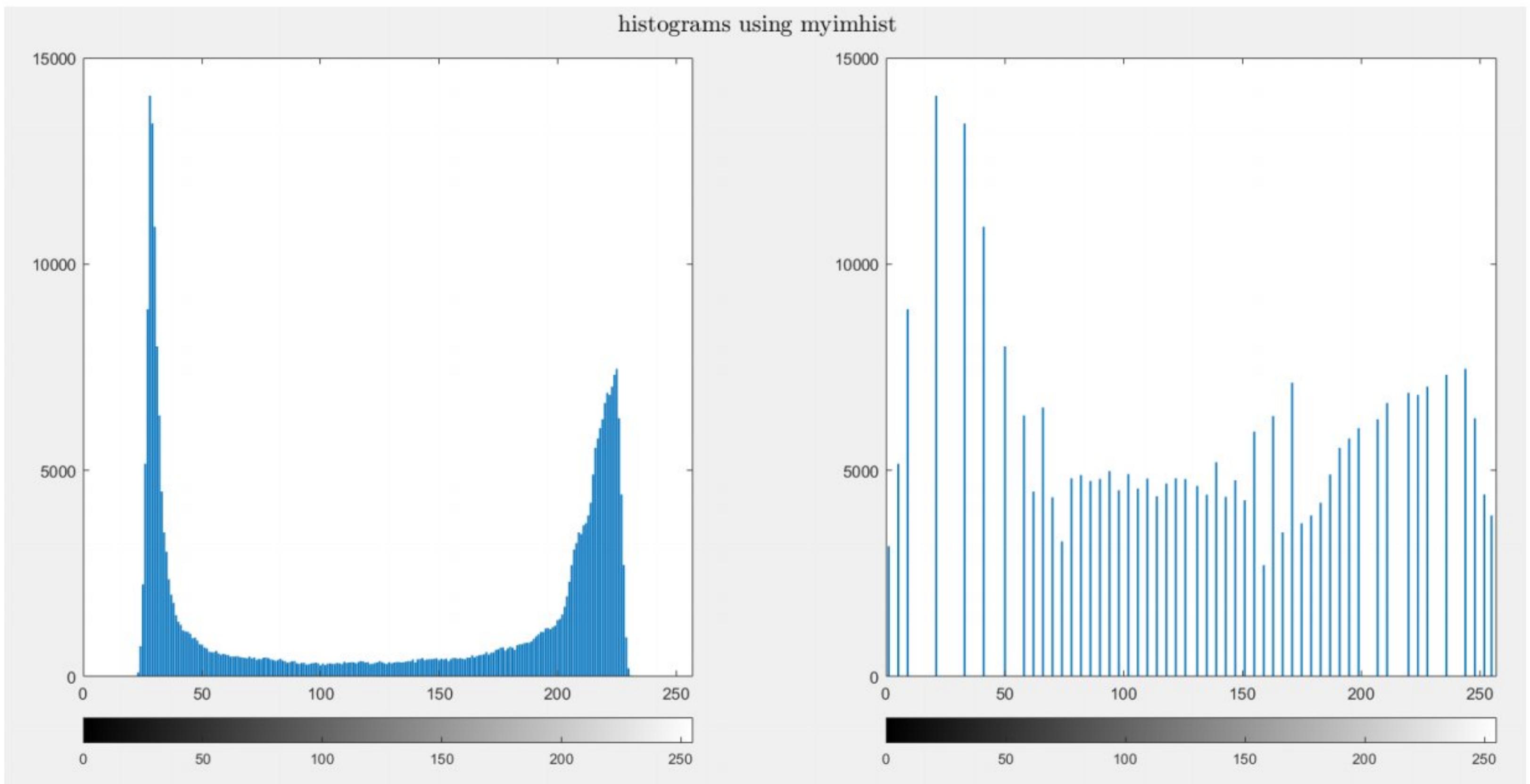
⁵ <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fninf.2016.00035/full>

⁶ <https://fileinfo.com/extension/dicom>

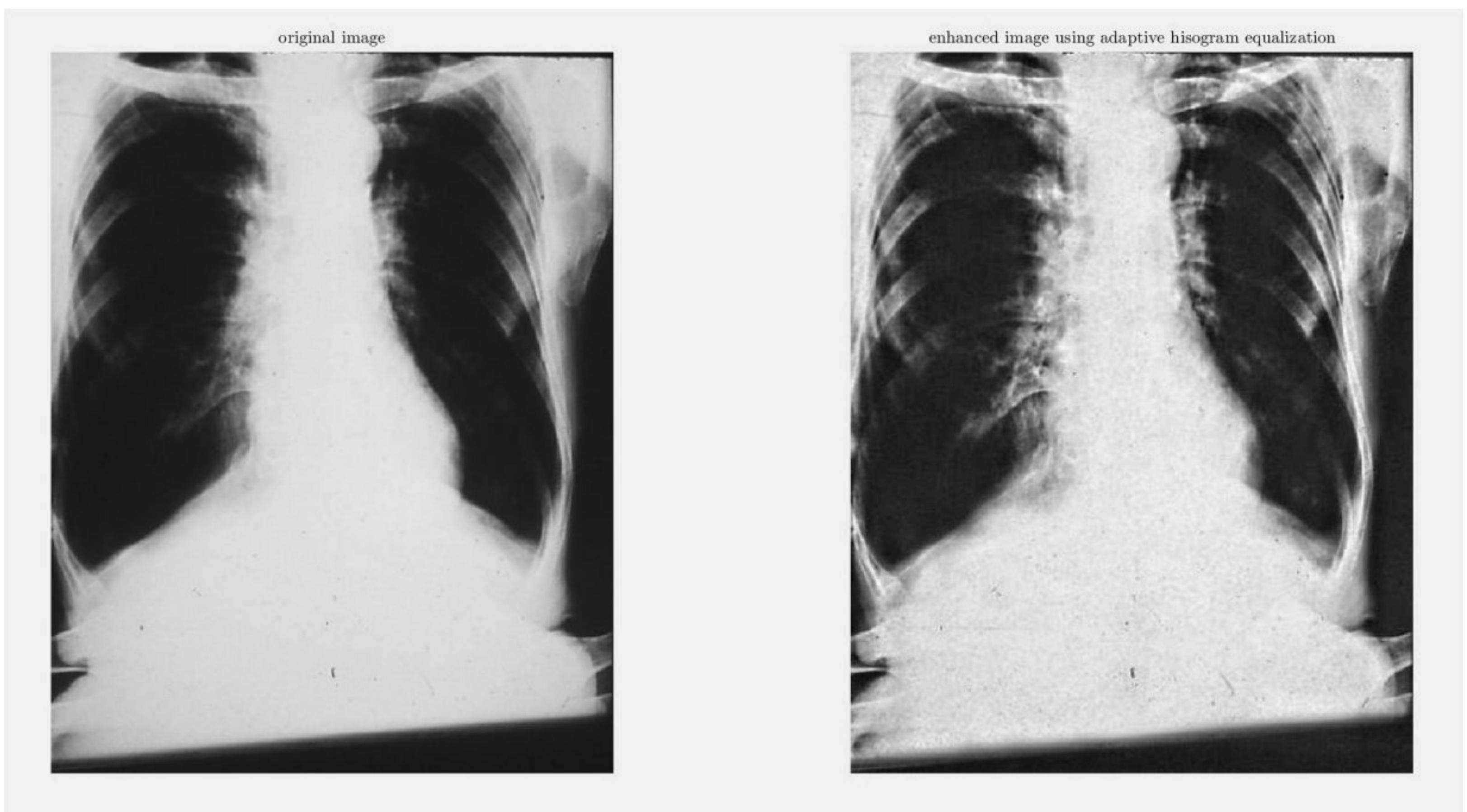
.1. الف)



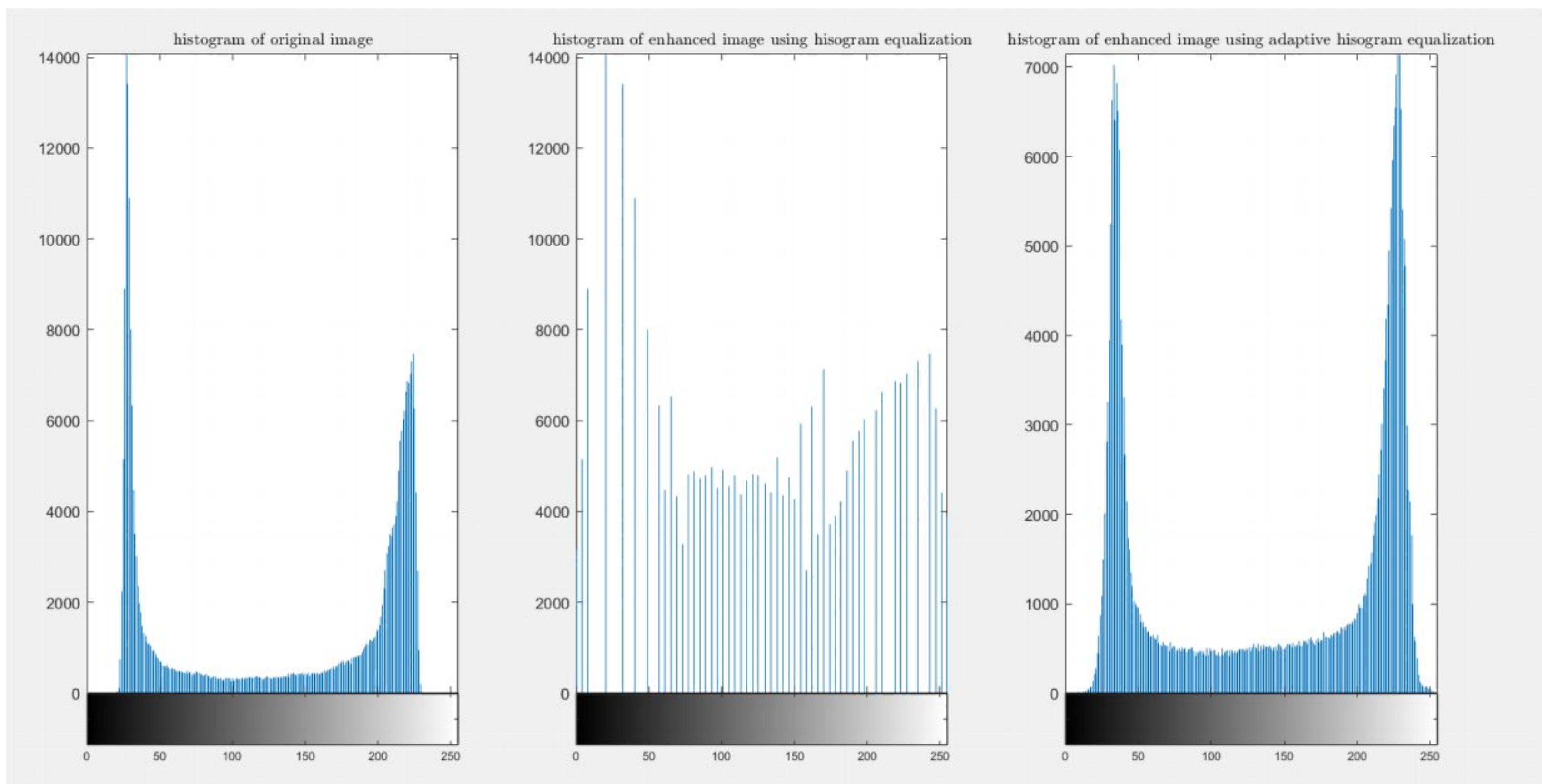
ب) تابع myimhist.m خواسته سوال را برآورده می‌کند.



ج) برای استفاده می‌کنیم که تابع آماده آن نیز در enhancement بهتر از MATLAB موجود است.



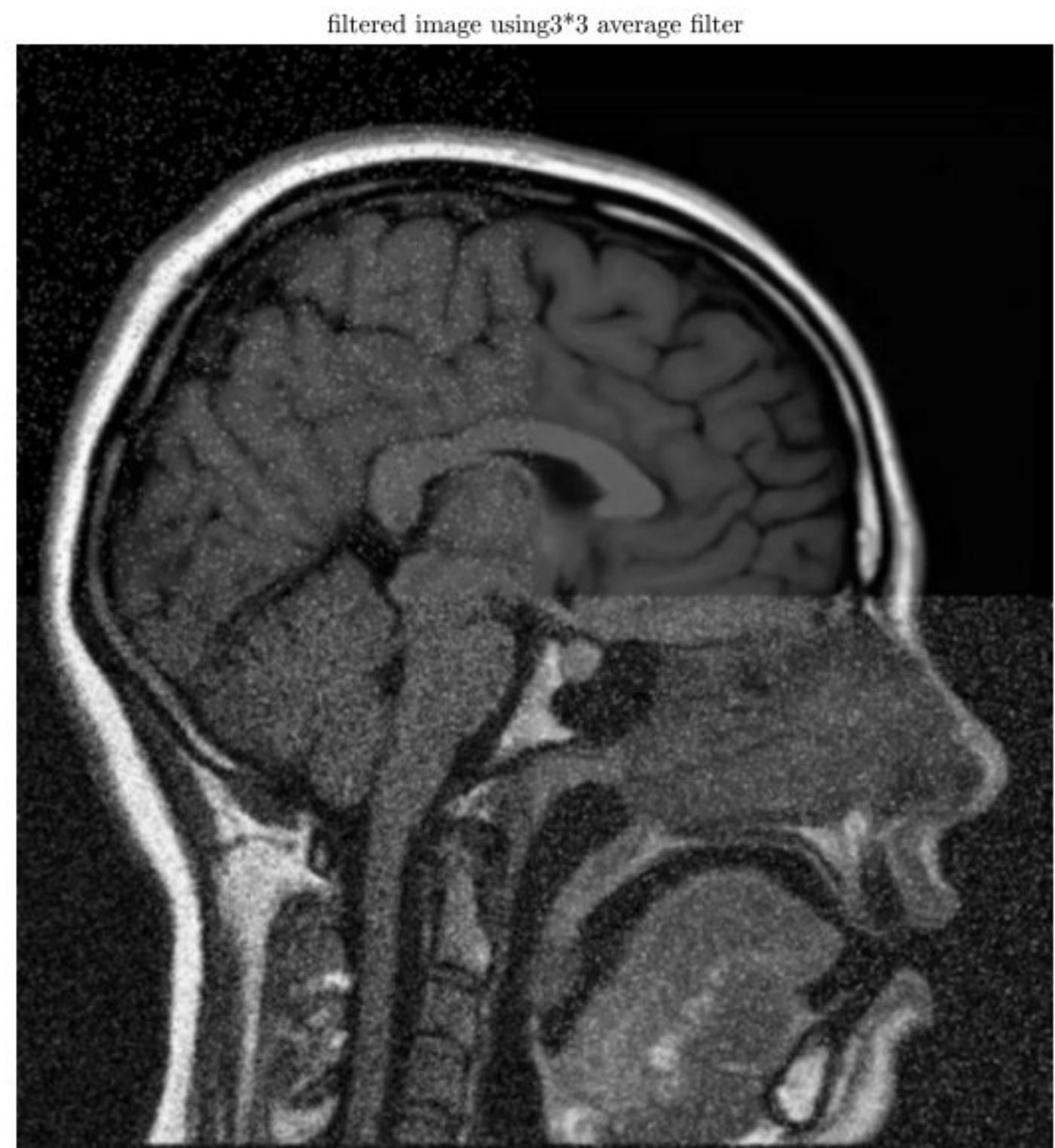
هیستوگرام را در بخش بعد نمایش دادیم.



در حالت کلی یک هیستوگرام ممکن است به تعداد زیادی تصویر تعلق داشته باشد. اما در اینجا تصویر enhance شده در هر یک از بخش های این سوال، هیستوگرام مربوط به خود را دارد. در هیستوگرام وسط سعی شده تا عمل histogram equalization روی تمام تصویر انجام شود اما همانطور که اشاره شد، این کار لزوماً کیفیت تصویر را بهتر نمی کند. در هیستوگرام سمت راست histogram سعی کردیم تا از روش adaptive histogram equalization استفاده کنیم. در این کار بصورت محلی عمل equalization انجام می شود و بنابراین مشاهده می شود که سعی شده تا حدودی قله های نوک تیز در هیستوگرام تصویر اصلی (سمت چپ) نرم تر شوند و به همین میزان بین مابقی شدت روشنایی ها تقسیم شود. با مقایسه هیستوگرام های سمت چپ و راست مشاهده می شود که تا حد زیادی ارتفاع قله ها کم شده و ارتفاع بقیه شدت روشنایی ها زیاد شده است.



ب) فیلتر میانگین:



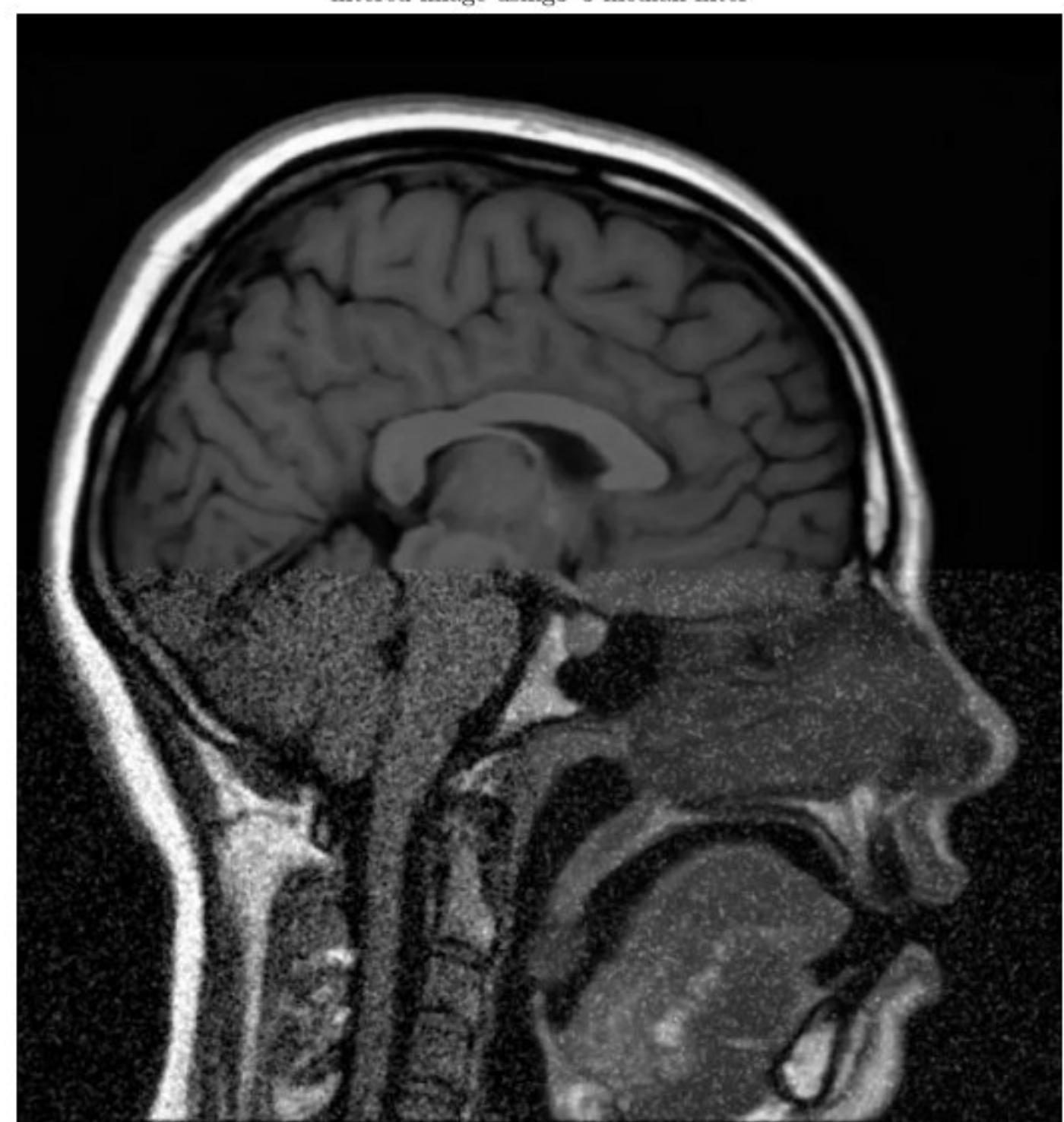
در این فیلتر، به ازای هر پیکسل، با وزن برابر برای همسایه‌های آن، عمل میانگین‌گیری را انجام می‌دهیم.

median فیلتر

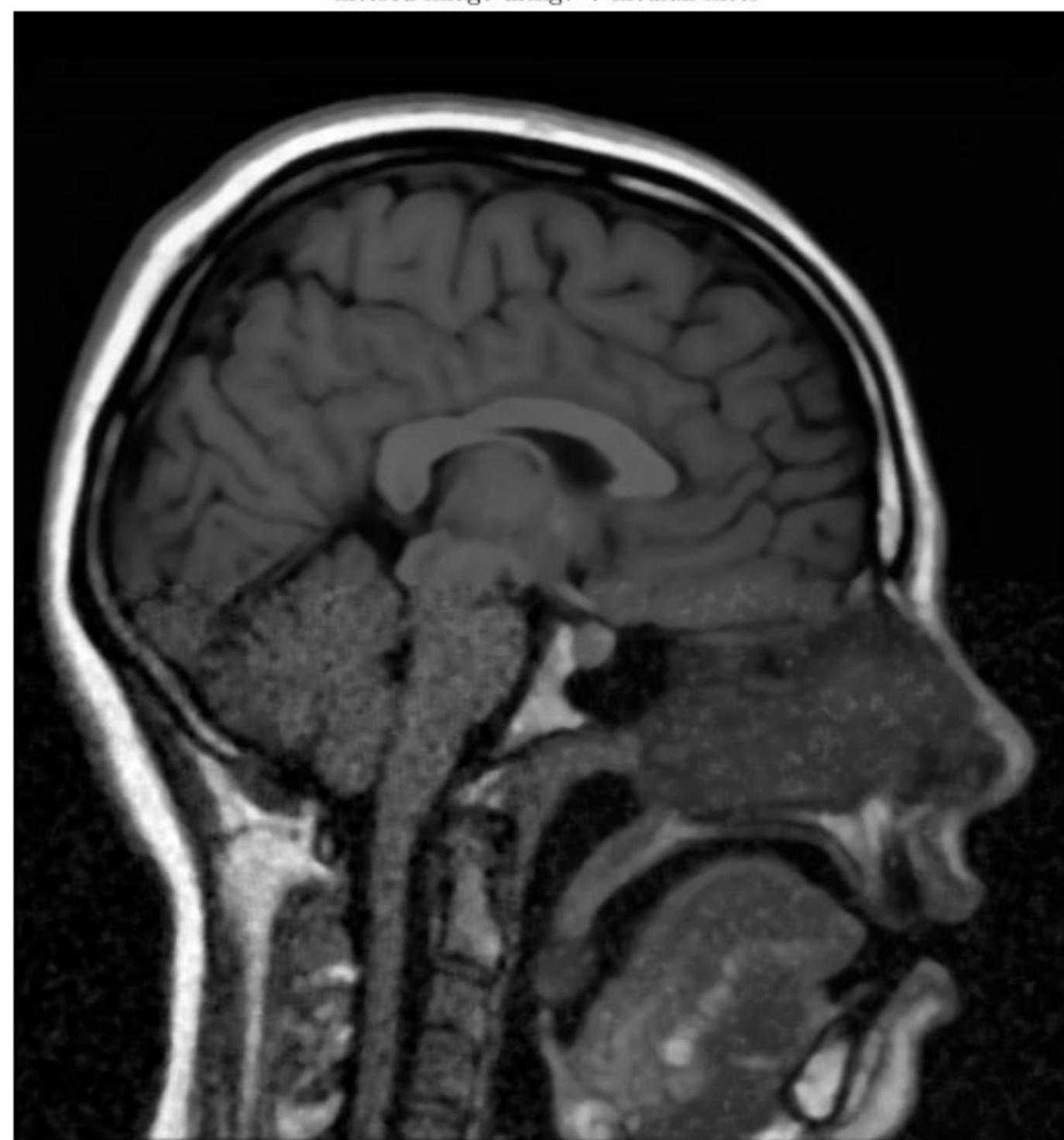
filtered image using 5*5 median filter



filtered image using 3*3 median filter



filtered image using 7*7 median filter



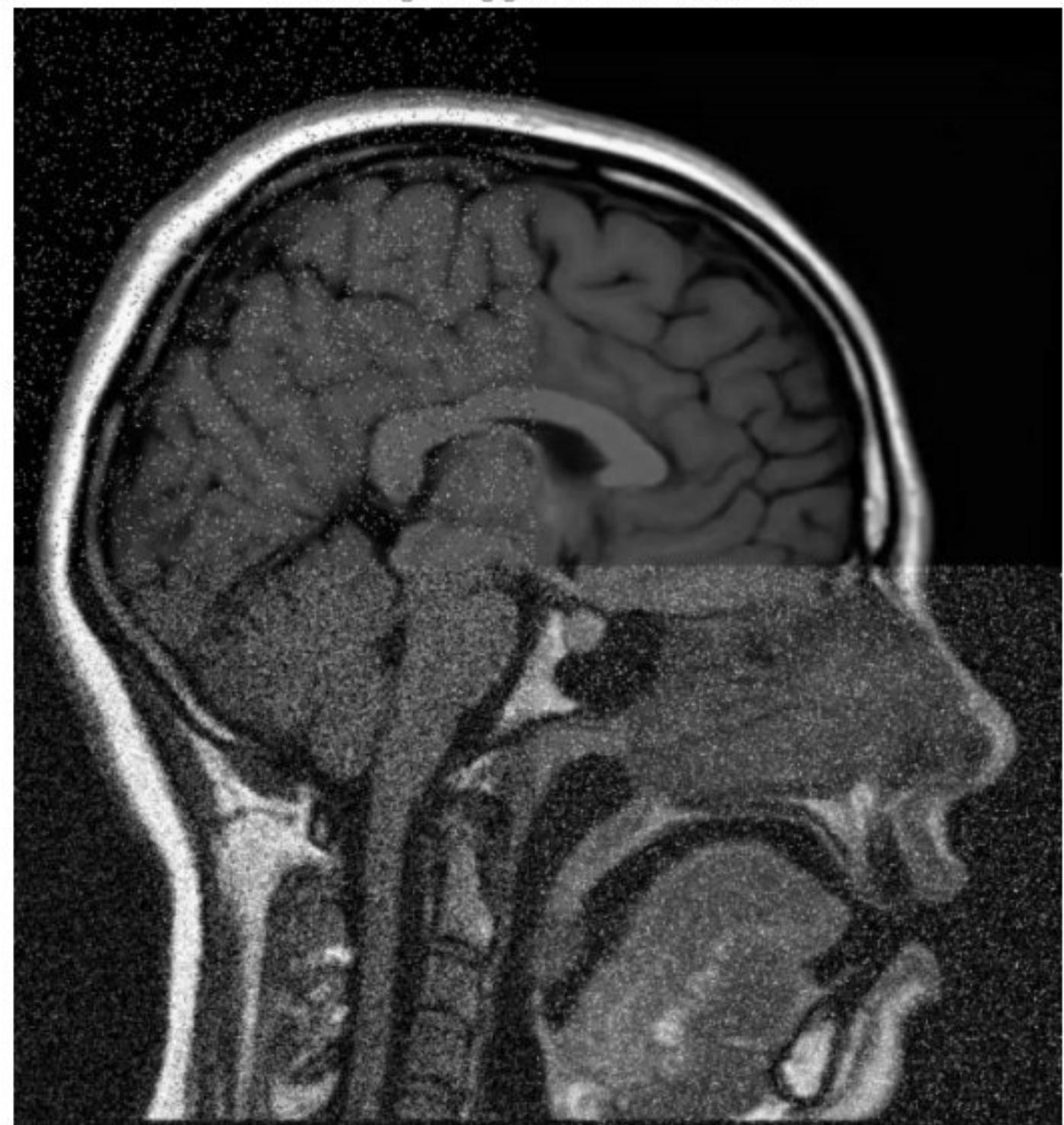
عملکرد فوق العاده کرنل median را روی نویز نمک و فلفل مشاهده می کنیم.

فیلتر گوسی:

filtered image using gaussian filter with $\sigma = 0.8$



filtered image using gaussian filter with $\sigma = 0.5$



filtered image using gaussian filter with $\sigma = 1.6$



فیلتر گوسی مانند فیلتر میانگین عمل می کند اما میانگین گیری را با وزن های برابر انجام نمی دهد بلکه به پیکسل مرکزی نسبت به پیکسل های همسایه، وزن بزرگتری نسبت می دهد. عملکرد این فیلتر در برابر نویز نمک و فلفل اصلا مطلوب نیست. با افزایش σ محو شدن تصویر بیشتر می شود. از فیلتر گوسی بیشتر برای تصاویر برای لبه یابی استفاده می شود.

با توجه به تصاویر هر چه سایز کرنل بزرگتر می شود، تصویر محوترا می شود اما عملکرد آن در برابر نویز بهتر می شود. در ادامه چیزی که مشهود است این است که نتوانستیم راهکار مناسبی با استفاده از فیلترهای مطرح شده در صورت سوال برای حذف نویز گوسی پیدا کنیم.

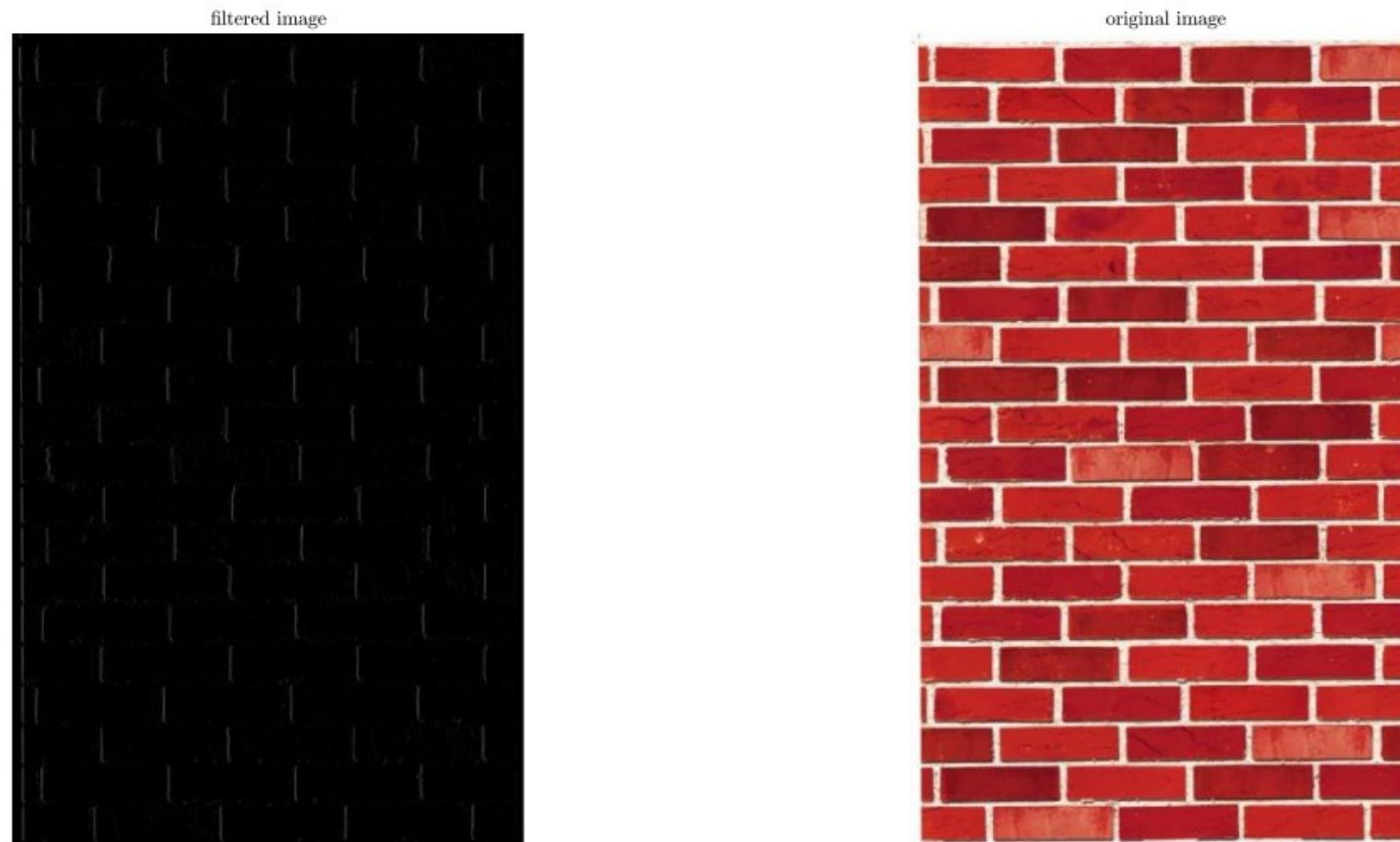
ج) می‌توانیم ابتدا از یک فیلتر median و در ادامه یک فیلتر گوسی برای نرم کردن تصویر استفاده کنیم. ترتیب اعمال مهم است. این تفاوت را در شکل زیر مشاهده می‌کنیم.



(د)

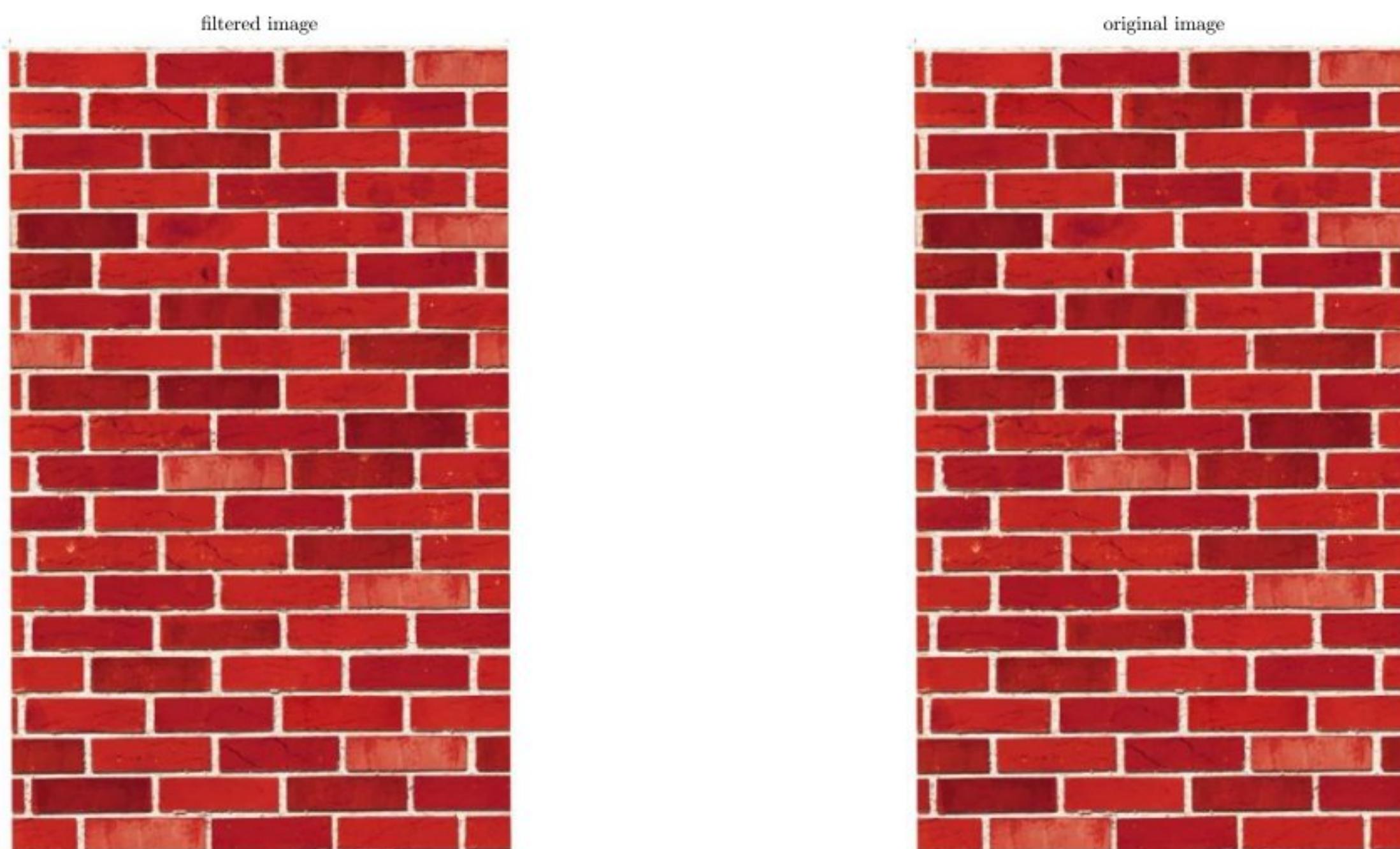


خیر. نتیجه آن چنان بهتر نشده است.



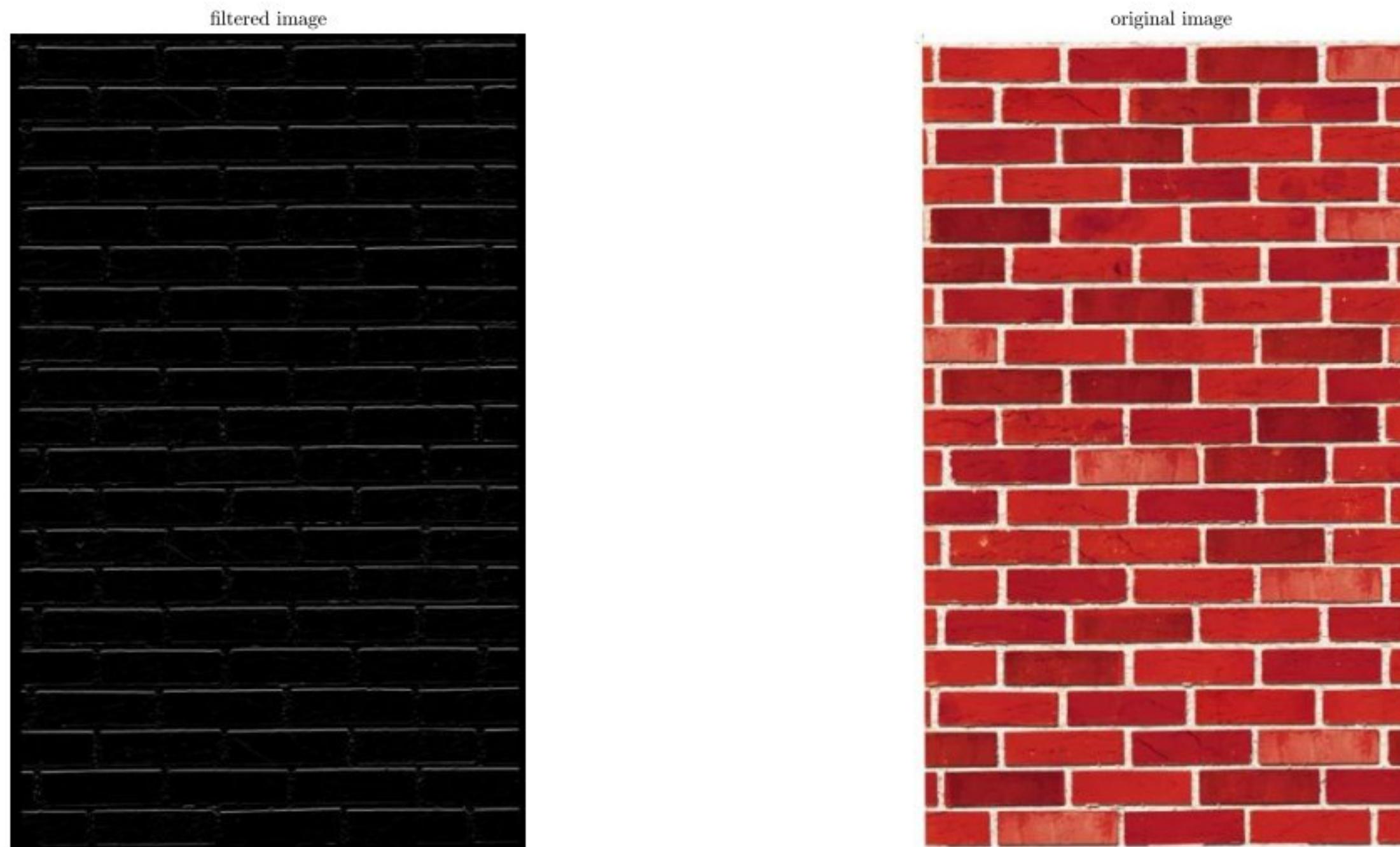
این فیلتر در راستای افقی پیکسل سمت راست را از پیکسل سمت چپ کم می‌کند. با استفاده از این فیلتر فقط گذارهای از رنگ روشن به رنگ تیره شناسایی می‌شود. برای دو پیکسل که مقدار روشنایی یکسانی دارند خروجی این فیلتر برابر صفر است.

فیلتر [1, 0]



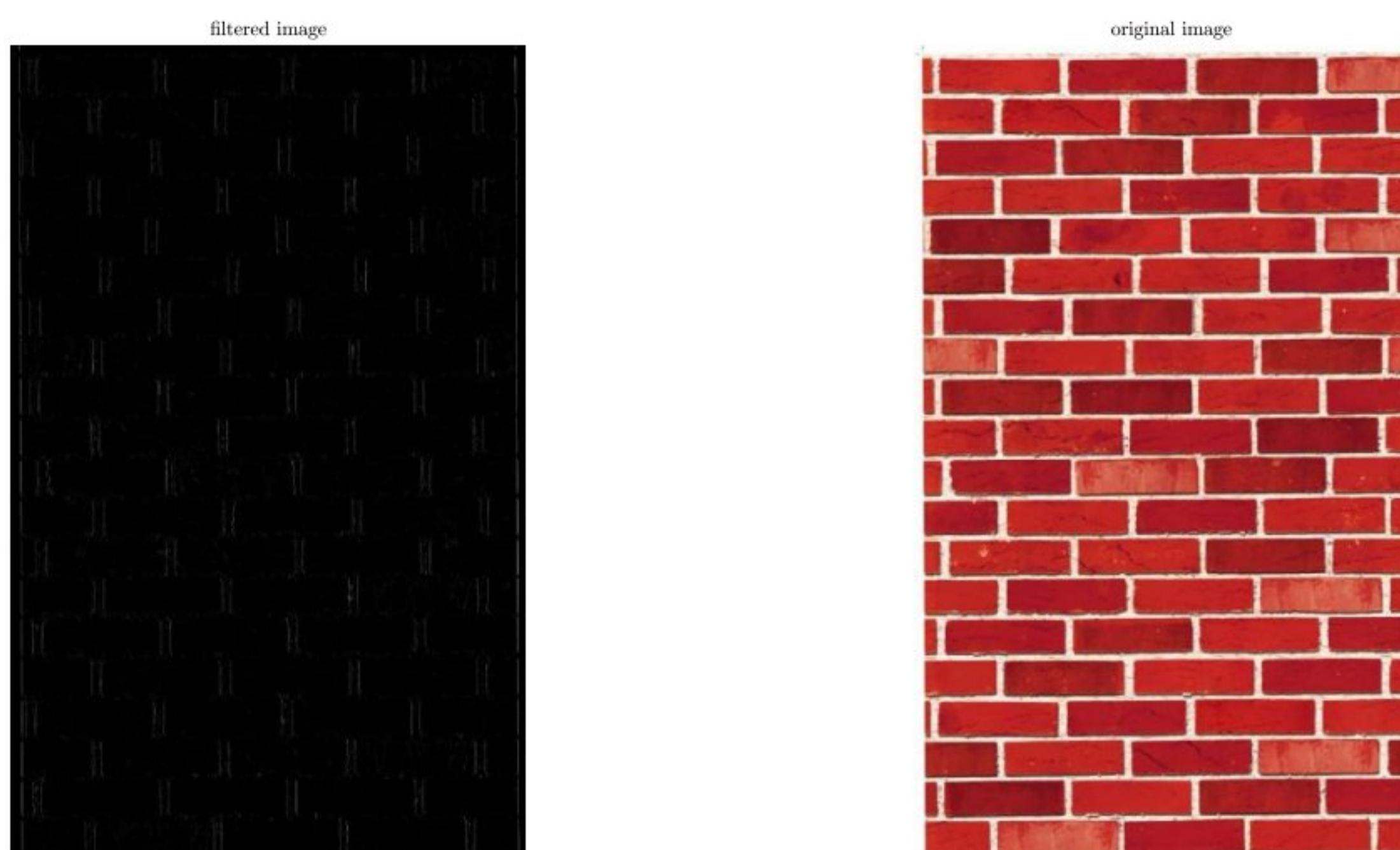
این فیلتر، فیلتر همانی است. در راستای افقی روی تصویر حرکت می‌کند و خروجی آن برابر روشنایی پیکسل کنونی است.

فیلتر transpose[1, 0, -1]



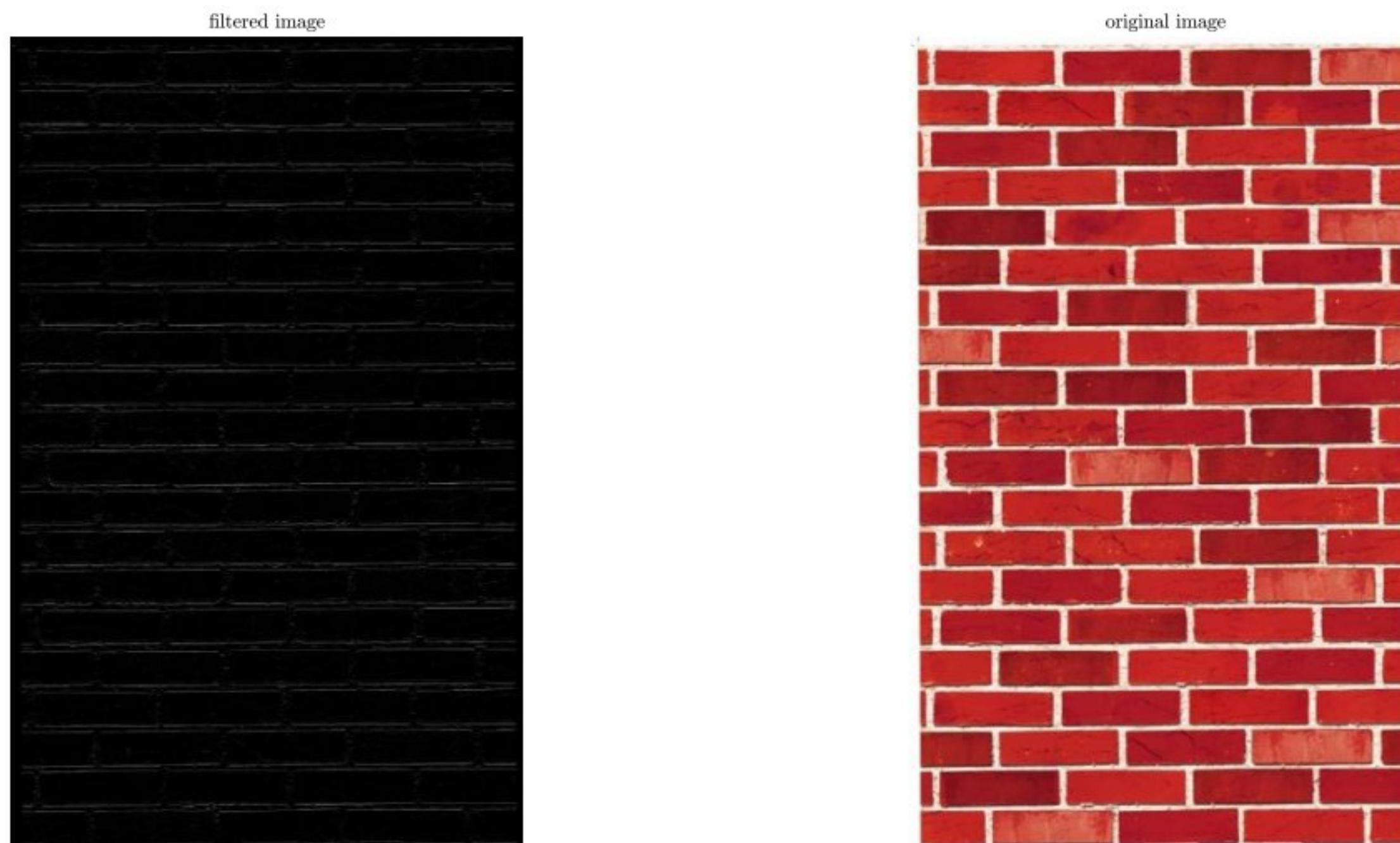
این فیلتر به نوعی مانند مشتق گیر مرتبه اول عمل می‌کند و بنابراین لبه‌های عمودی را با استفاده از این فیلتر می‌توان شناسایی کرد. توانایی این فیلتر در شناسایی لبه در گذار از رنگ تیره به روشن کم است (قسمت‌های پایین آجر)

فیلتر [1, -2, 1]



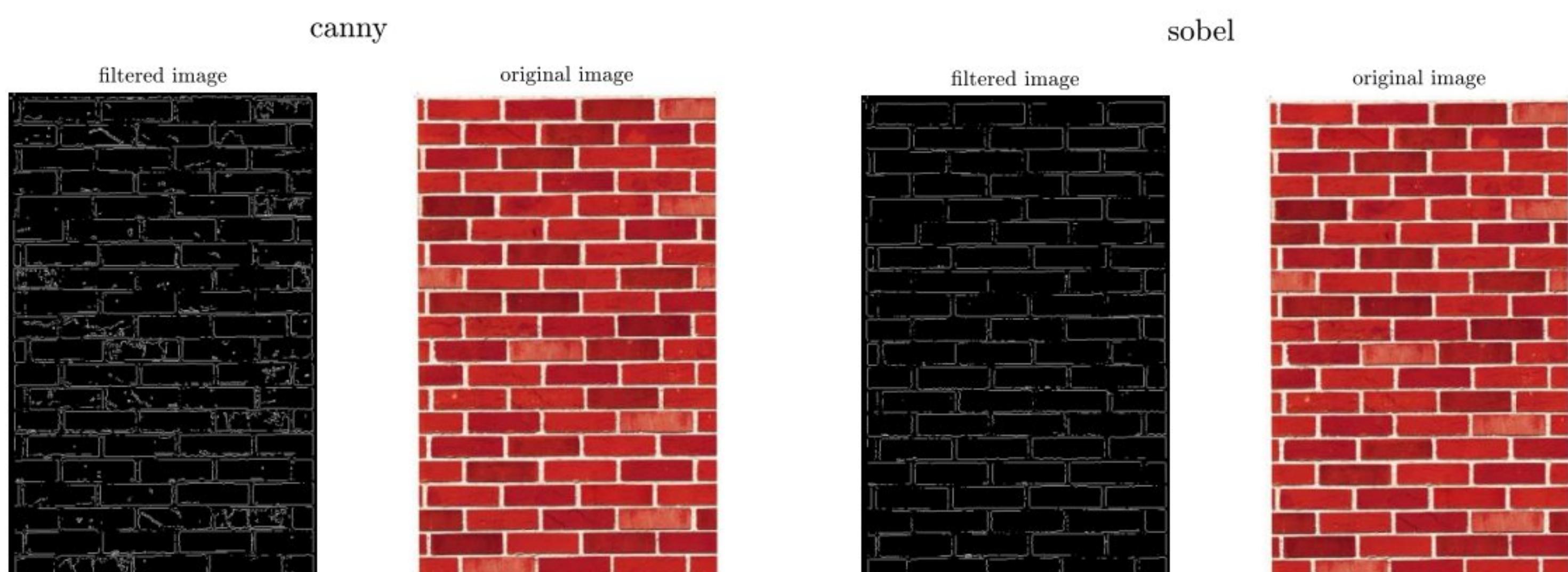
نقطه ضعف فیلتر قبلی در این فیلتر مرتفع می‌شود و تشخیص لبه با دقت بیشتری صورت می‌گیرد. تشخیص لبه بصورت افقی انجام می‌شود.

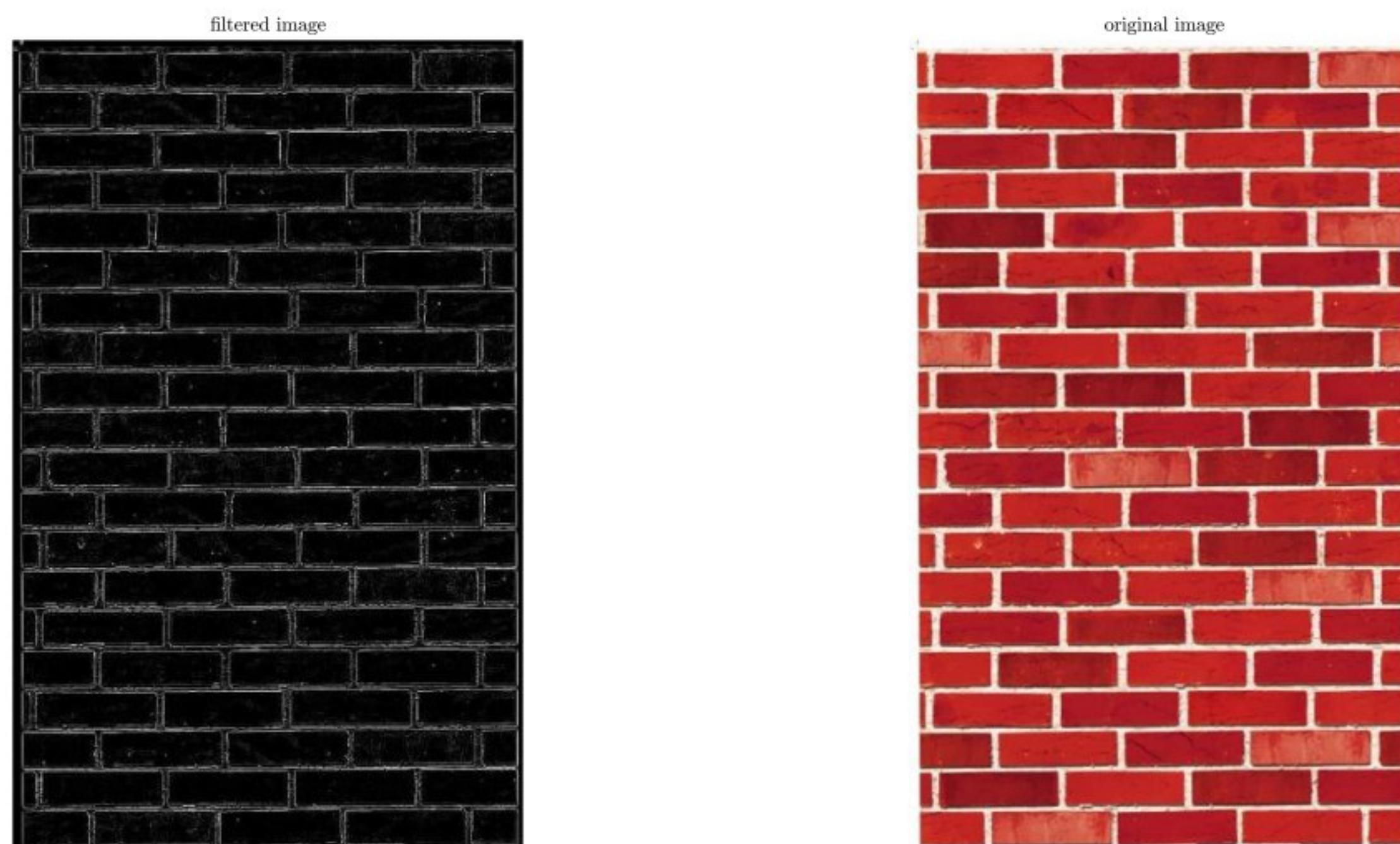
فیلتر transpose[1, -2, 1]



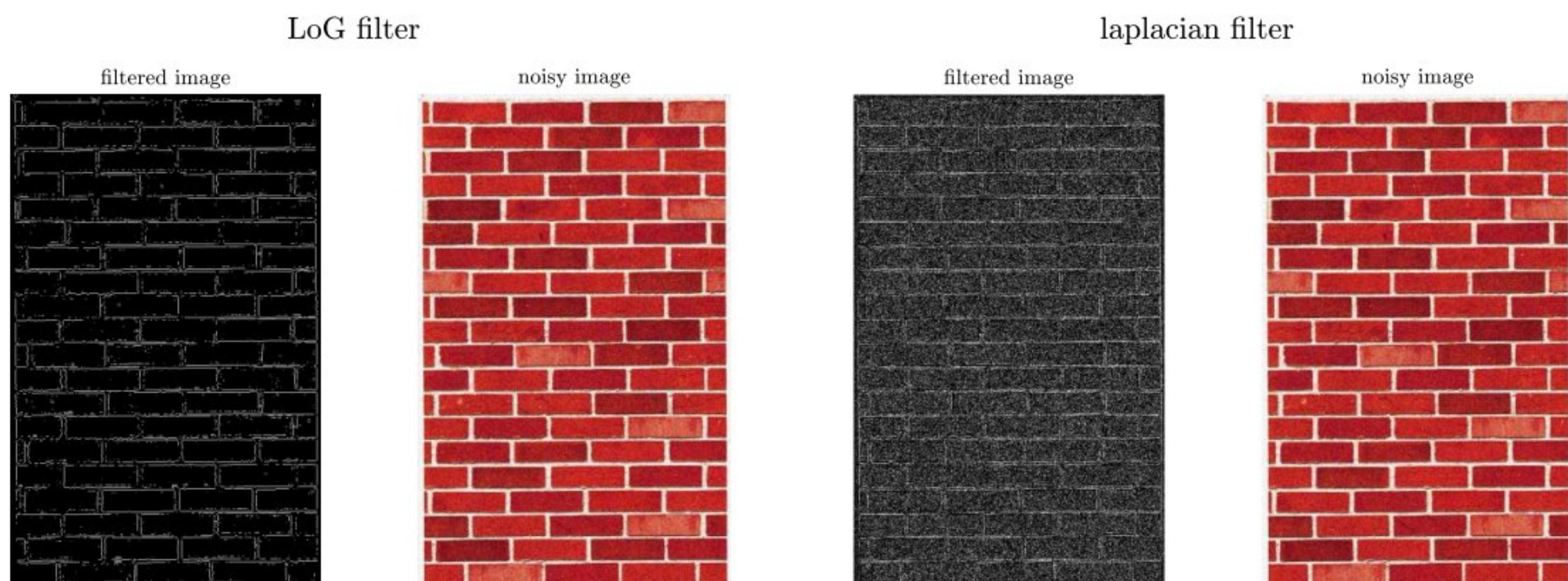
نقطه ضعف فیلتر $[1, 0, -1]$ در این فیلتر مرتفع می‌شود و تشخیص لبه با دقت بیشتری صورت می‌گیرد. تشخیص لبه بصورت افقی انجام می‌شود.

(ب)



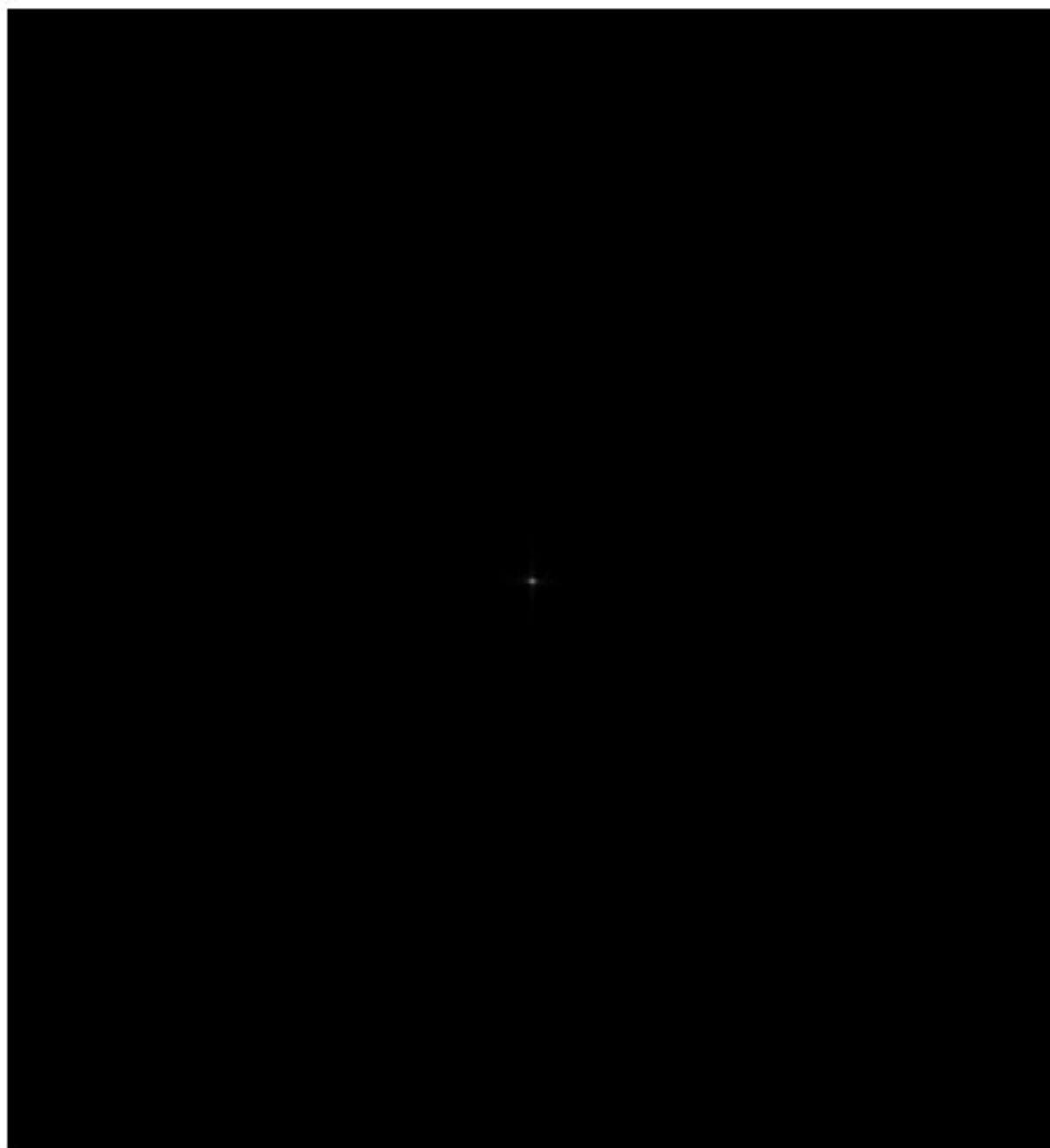


د) بسیار حساس به نویز هستند. برای حل این مشکل می‌توان از یک کرنل گوسی پیش از لبه‌یابی استفاده کرد و یا بطور معادل از کرنل LoG استفاده کنیم.

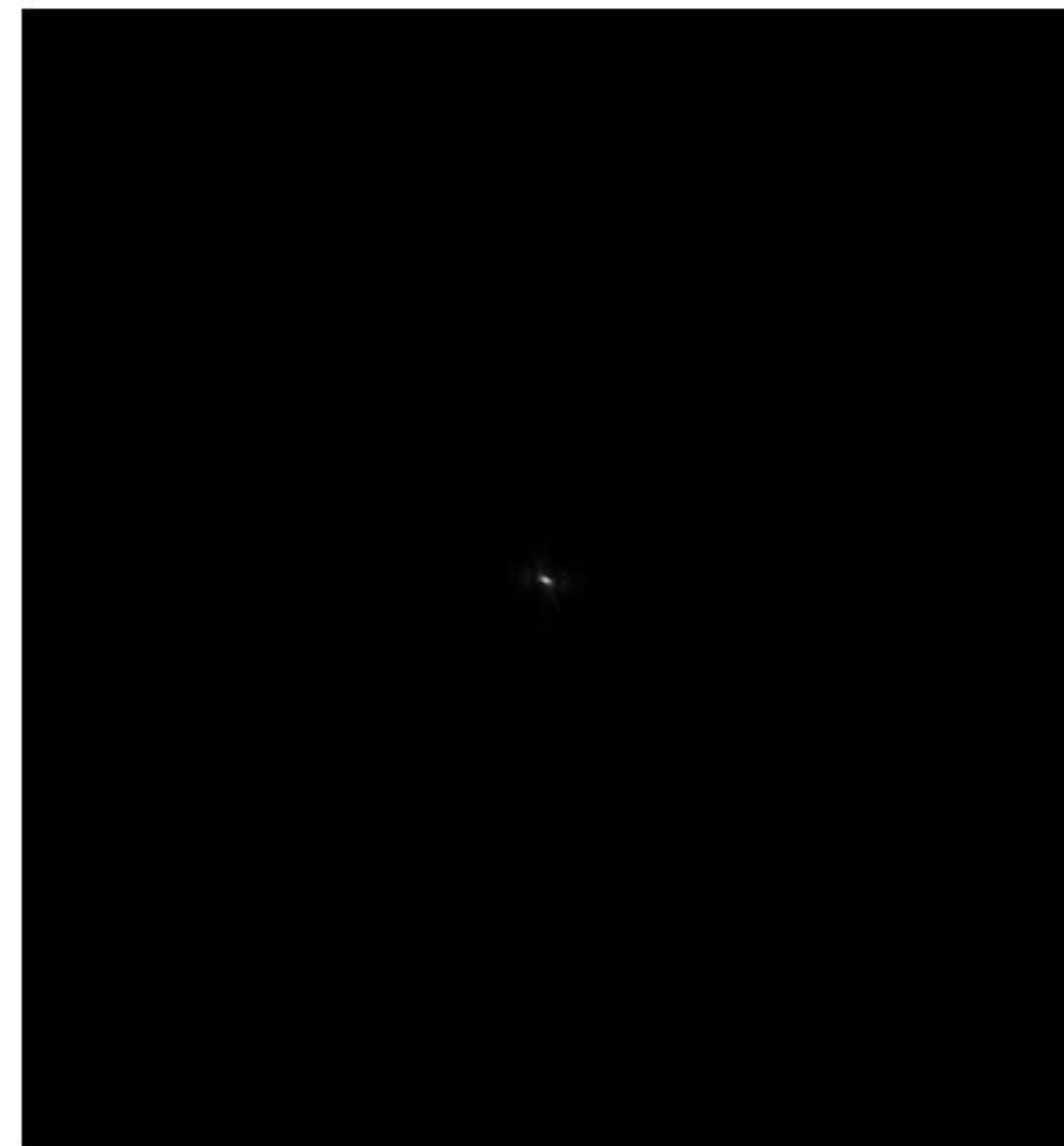


ه) کارکرد فیلترهای بخش الف به اختصار توضیح داده شد. فیلترهای بخش الف لبه‌یابی را فقط در یک جهت انجام می‌دادند. هم چنین برای فیلتر sobel نیز یک بار می‌باشد در راستای افقی و بار دیگر در راستای عمودی فیلتر را اعمال کنیم و از نظر محاسباتی گران‌تر است. فیلتر لاپلاسین نیز فقط از یک کرنل تشکیل شده و مشتق دوم را تقریب می‌زند و بنابراین بسیار حساس به نویز می‌باشد. و در آخر در فیلتر canny از الگوریتم‌های پیچیده‌تری برای لبه‌یابی استفاده می‌شود که این فیلتر را نسبت به فیلترهای دیگر کاراتر می‌کند.

fourier transform of foot



fourier transform of hand

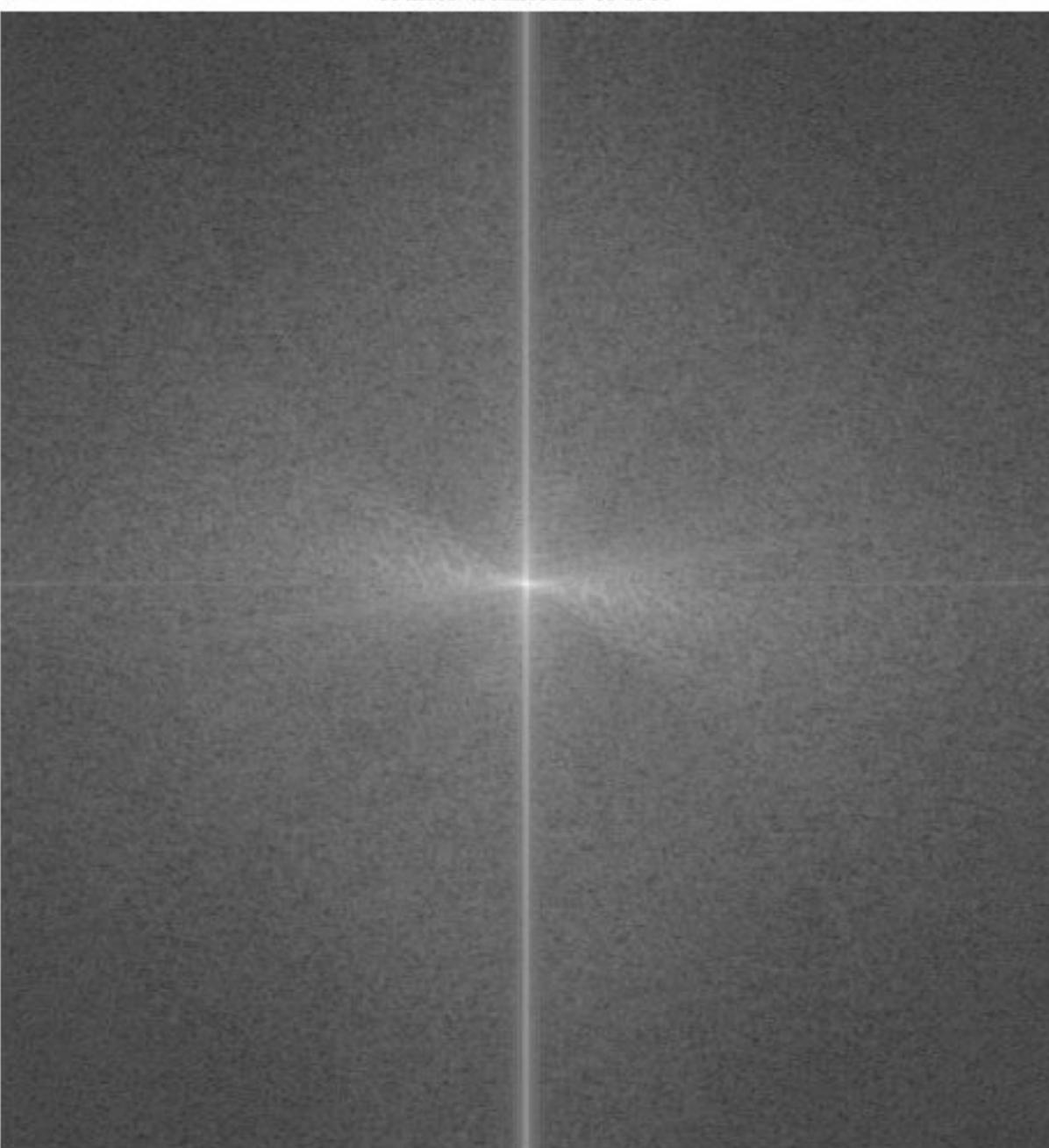


ب) با توجه به اینکه مقدار $F(0,0)$ بسیار بزرگ است، دامنه مابقی فرکانس‌ها دیده نمی‌شود. برای این کار روی دامنه تبدیل فوریه

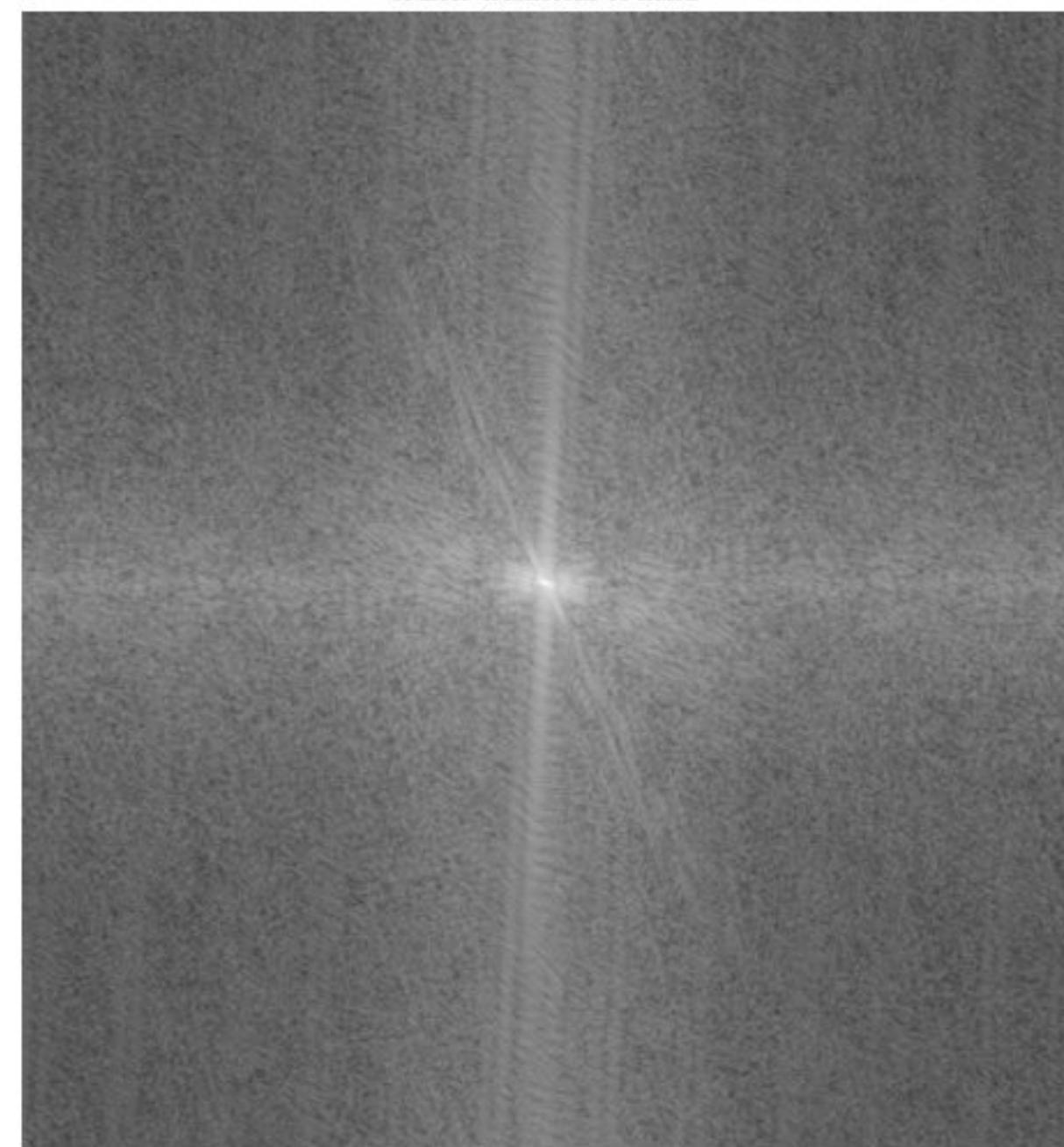
$$c = \frac{255}{\max(clog(|F|+1))}$$

نگاشت ($clog(|F| + 1)$) را اعمال می‌کنیم که در آن

fourier transform of foot



fourier transform of hand

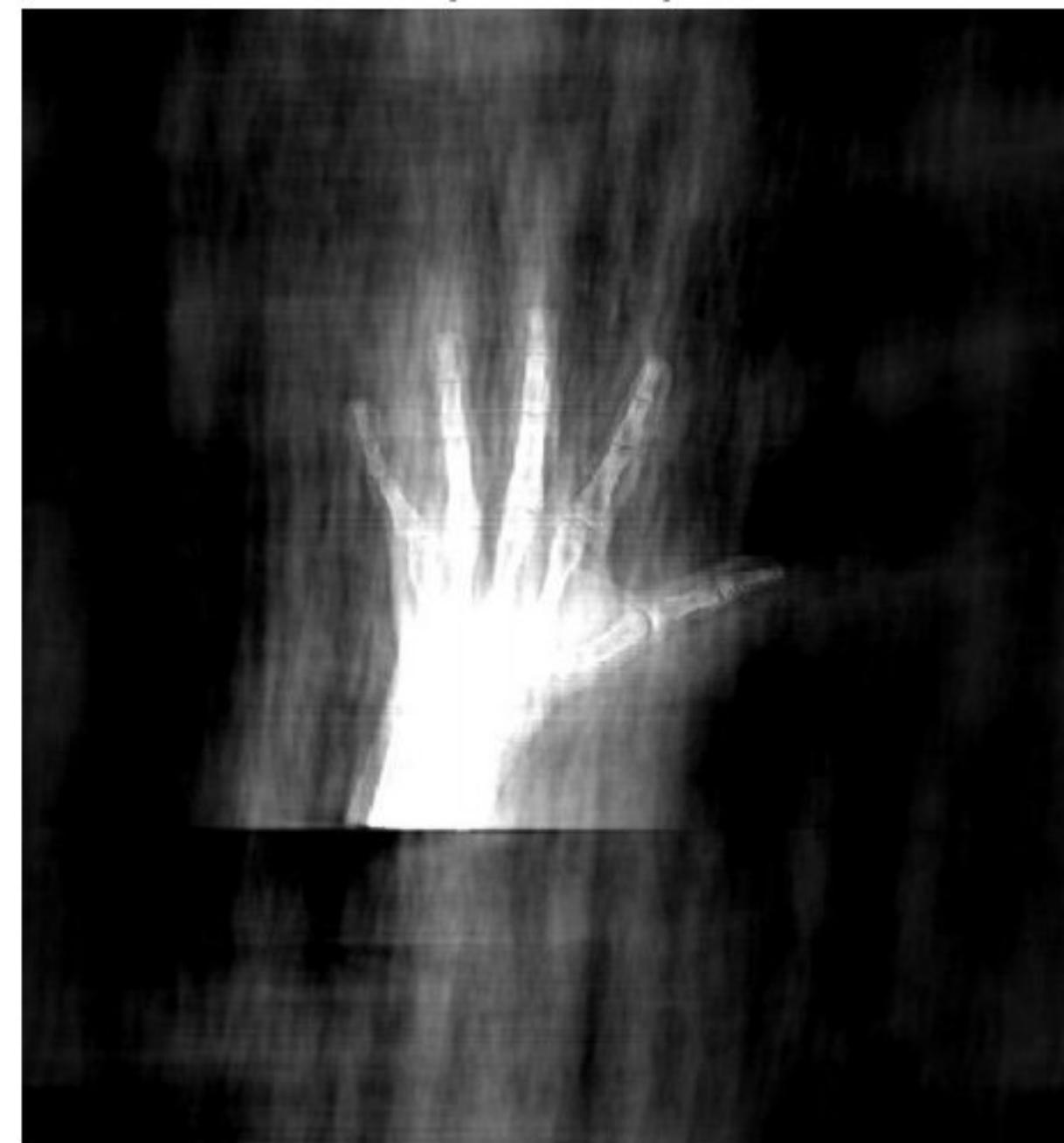


(c)

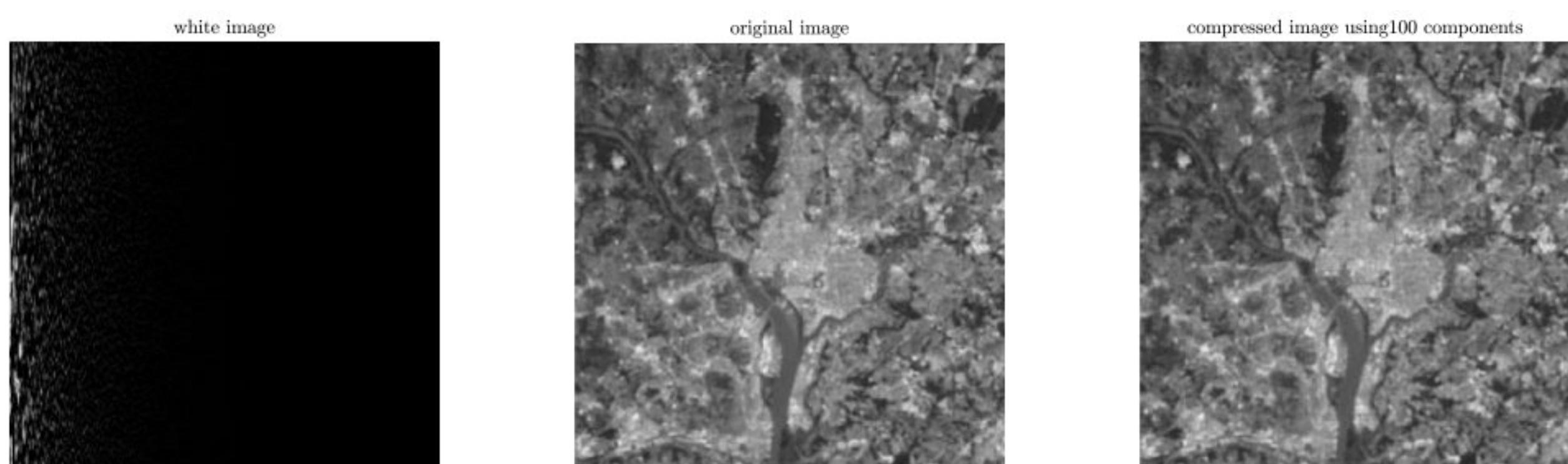
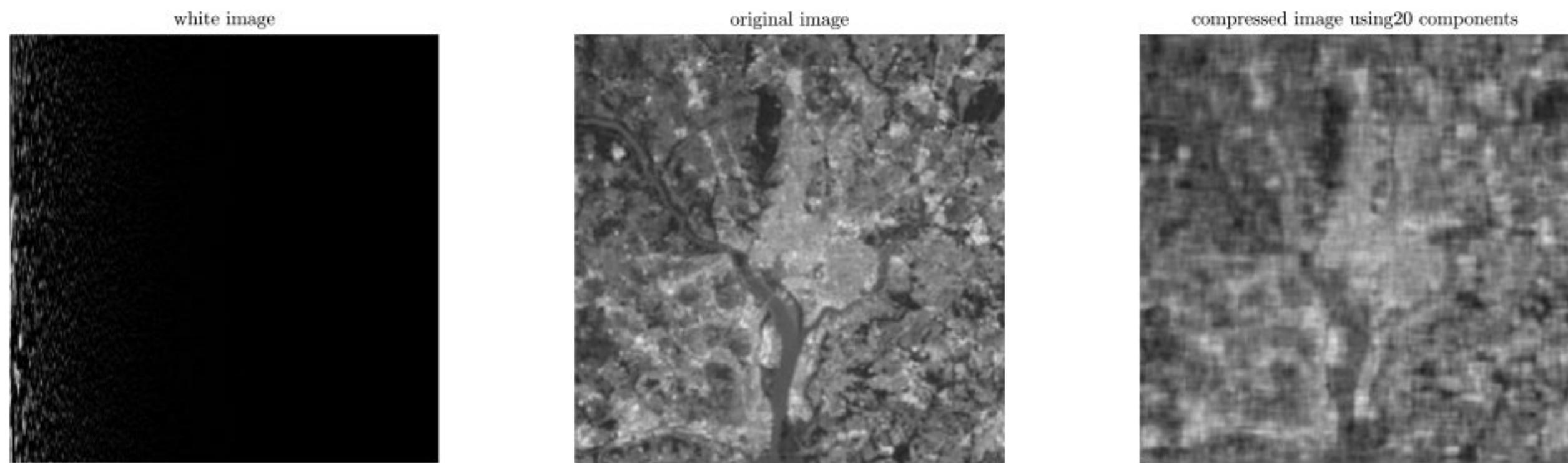
foot phase and hand amplitude

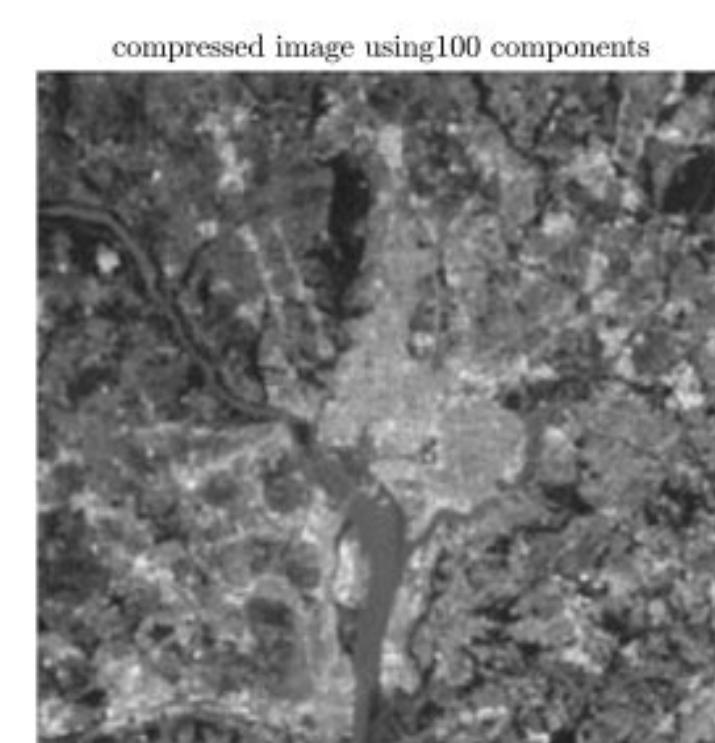
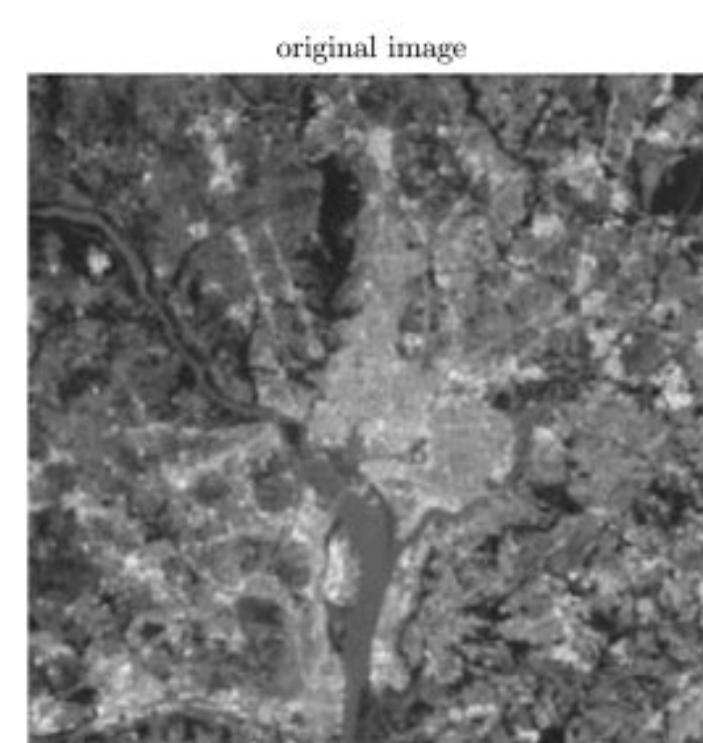
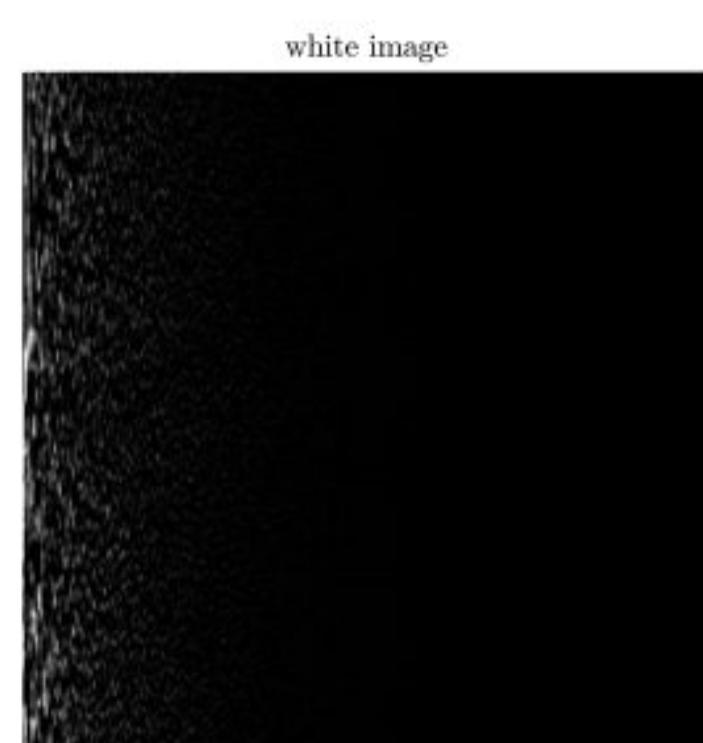
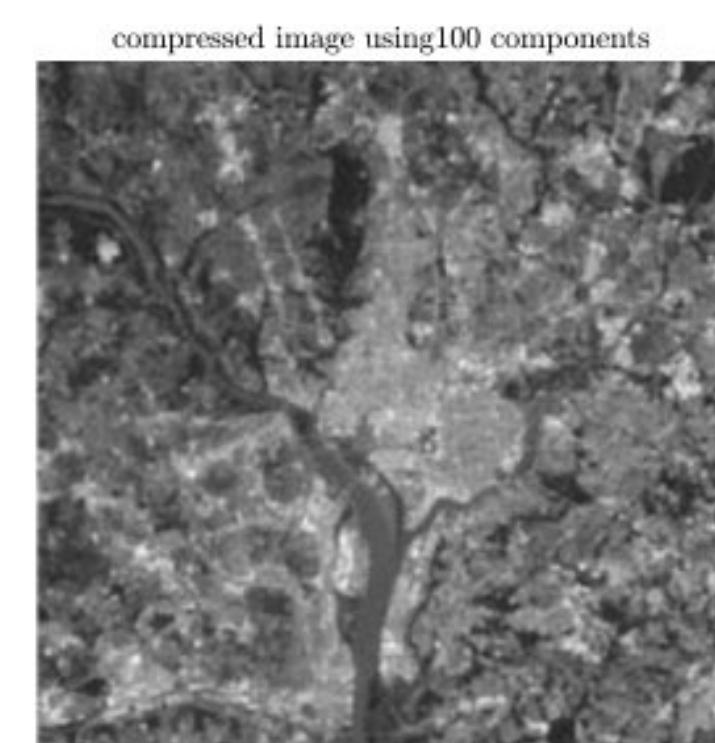
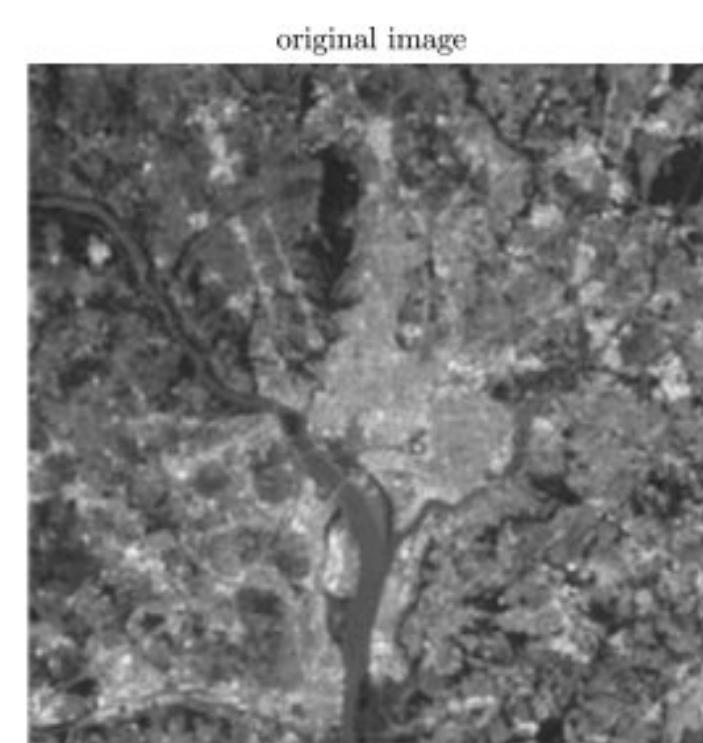
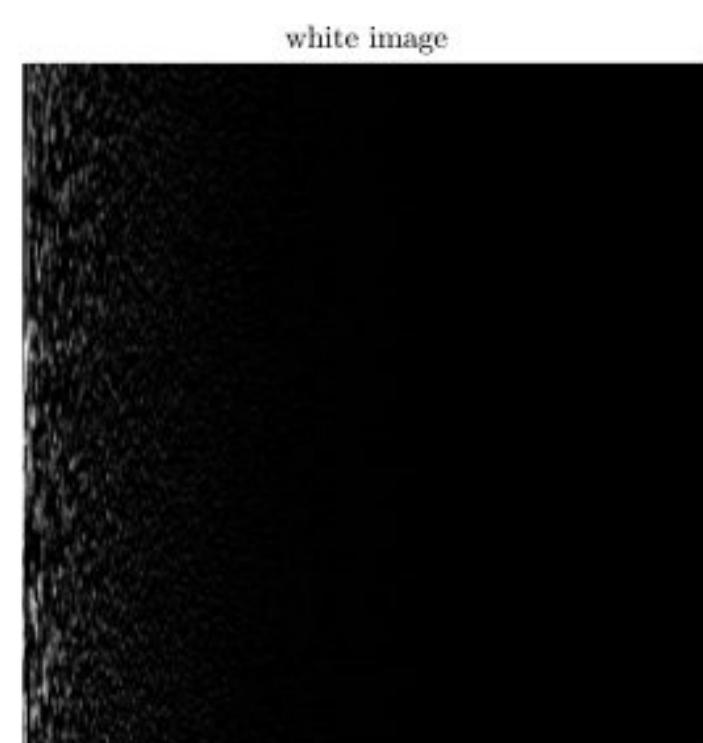


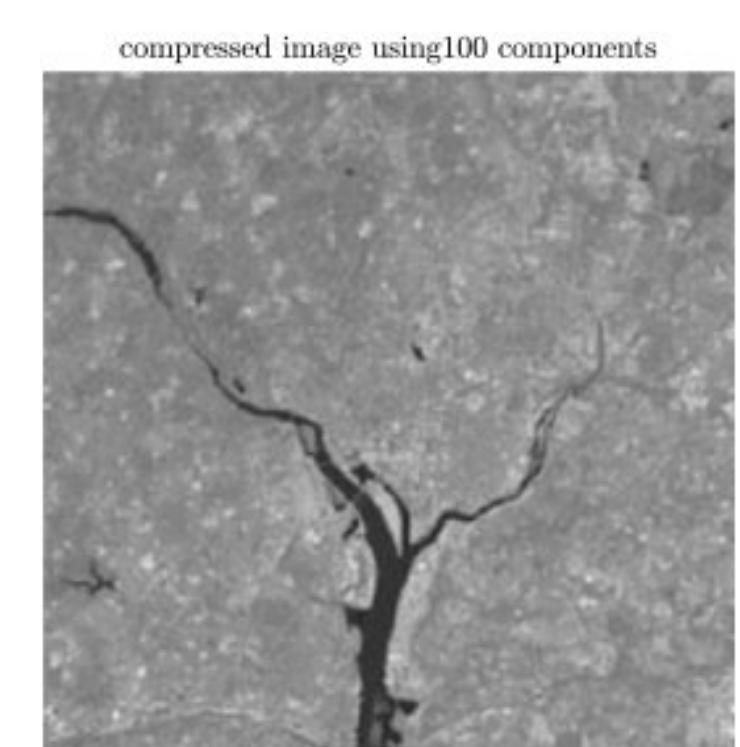
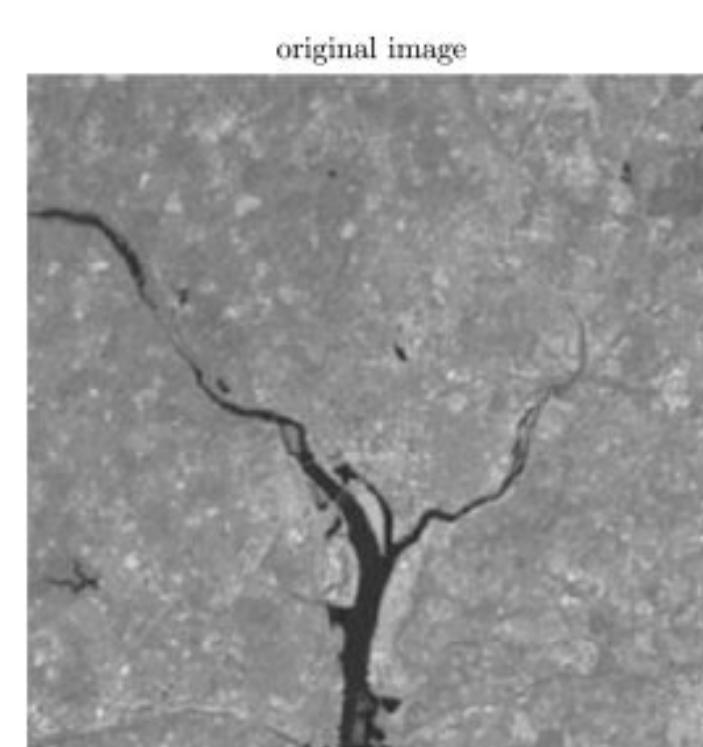
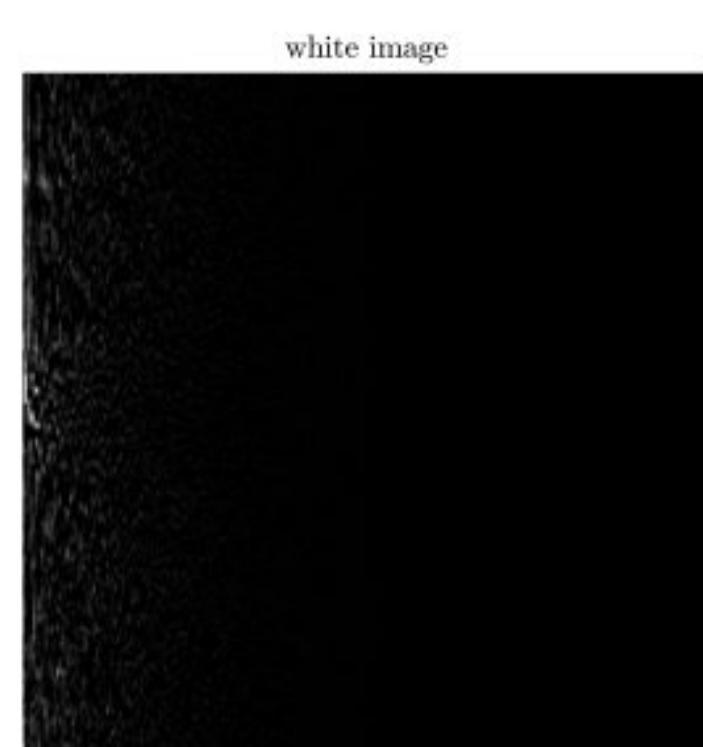
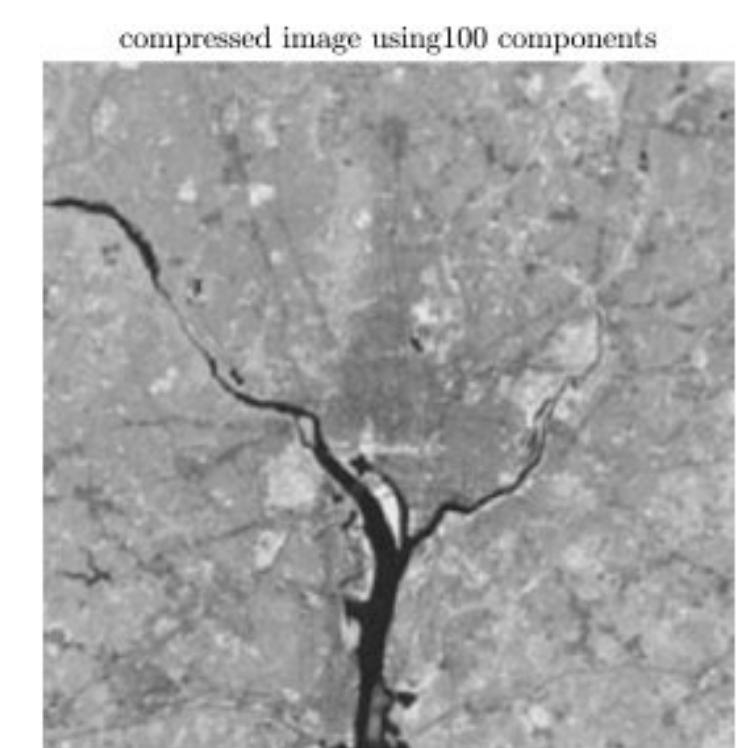
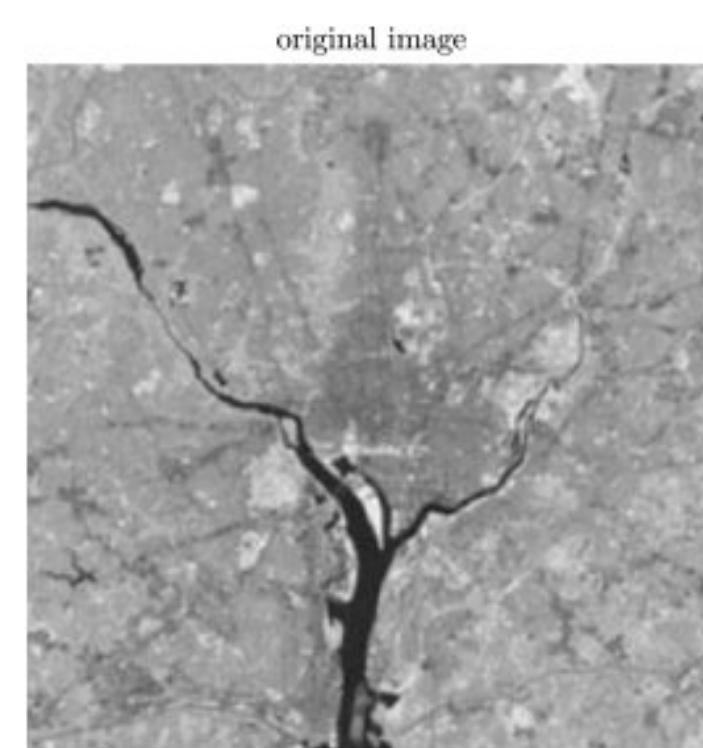
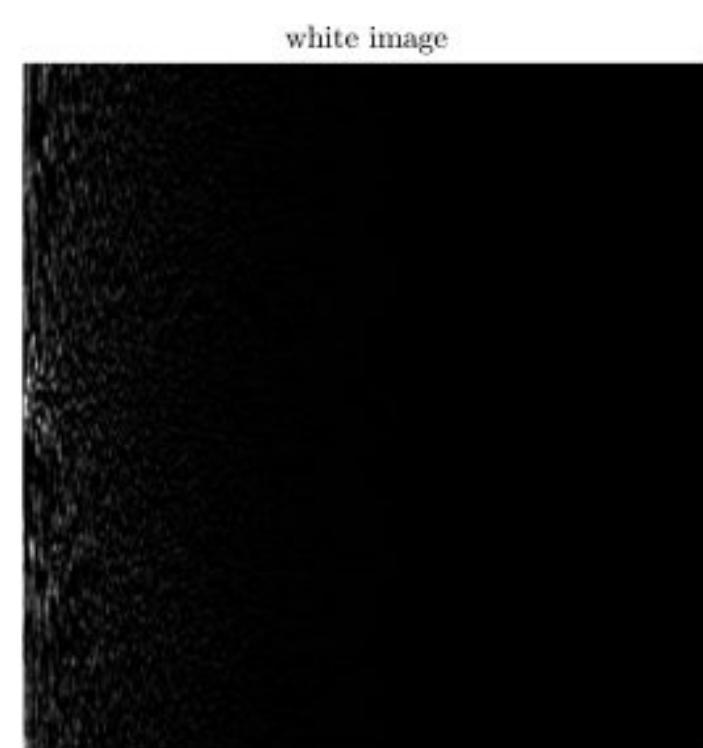
foot amplitude and hand phase

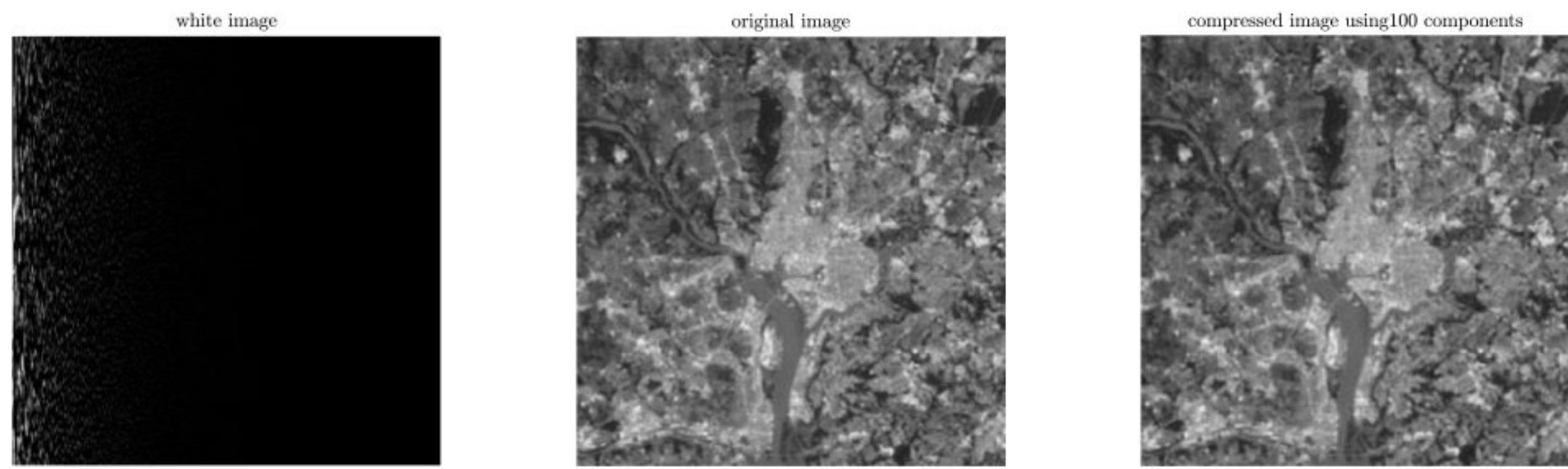


۵. الف/ب) ماتریس کواریانس این ویژگی را دارد که مثبت معین است و همه مقادیر ویژه آن بزرگتر از صفر هستند. کافی است مولفه‌های اصلی را انتخاب کنیم که مقادیر ویژه آن‌ها به اندازه مناسبی بزرگتر است. در این مثال از ۱۰۰ مولفه برای بازسازی تصاویر استفاده کردہ‌ایم. هر چه از تعداد مولفه بیشتری استفاده کنیم، کیفیت تصویر بازسازی شده بیشتر است و به تصویر اصلی نزدیک‌تر است. همچنین برای نمونه تصویر را با ۲۰ مولفه بازسازی کردہ‌ایم و همانطور که مشاهده می‌شود، کیفیت تصویر بازسازی شده مطلوب نیست. برای اعمال PCA و بازسازی دوباره تصویر از تابع imgpca.m استفاده کردہ‌ایم.









همانطور که ملاحظه می شود با استفاده از تنها ۱۰۰ مولفه ممکن، کیفیت تصویر بازسازی شده تا حد قابل قبولی مطلوب است.