دانشکدگان علوم و فناوری‌های میان‌رشته‌ای

دانشکده سامانه‌های هوشمند

گروه علوم و فناوری داده

درس اصول و کاربرد فناوری اطلاعات در پزشکی

استاد: دکتر حانیه نادری

فهرست

دستور های پرتکرار کتابخانه open cv ۳
سوال یک ۶
سوال دو..... ۹
نتیجه گیری..... ۱۰

دستورهای پرتکرار کتابخانه open cv

دستورات کتابخانه open cv استفاده شده در این تمرین، جهت جلوگیری از تکرار در این بخش، گزارش شده است.

- **وارد کردن تصویر با تابع cv2.imread()**

```
image_1 = cv2.imread(r"imgs\circle-square.png", cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
```

تابع imreadیکی از توابع اصلی OpenCV برای بارگذاری تصویر از حافظه (دیسک) است. در اینجا، این دستور یک تصویر را از مسیر مشخص‌شده می‌خواند و آن را به‌صورت تصویر خاکستری (Grayscale) در قالب یک آرایه عددی (NumPy array) در متغیر image_1ذخیره می‌کند.

پارامتر cv2.IMREAD_GRAYSCALE نحوه خواندن تصویر را مشخص می‌کند. مقدار IMREAD_GRAYSCALEبه OpenCV می‌گوید: تصویر را به تصویر تک‌کاناله (Single Channel) تبدیل کند و هر پیکسل فقط یک مقدار شدت روشنایی داشته باشد (بین ۰ تا ۲۵۵) که مناسب برای عملیات مورفولوژیک، لبه‌یابی، آستانه‌گذاری و پردازش ساده‌تر است. حالات دیگری نیز برای وارد کردن تصاویر رنگی وجود دارد.

- **تبدیل تصویر خاکستری به باینری با تابع cv2.treshold()**

```
_, binary_image_1 = cv2.threshold(image_1, 127, 255, cv2.THRESH_BINARY)
```

این دستور تصویر خاکستری image_1را به یک تصویر دودویی (Binary Image) تبدیل می‌کند؛ به‌طوری که هر پیکسل فقط یکی از دو مقدار ۰ سیاه یا ۲۵۵ سفید خواهد داشت. تابع thresholdبرای انجام آستانه‌گذاری (Thresholding) استفاده می‌شود . آستانه‌گذاری یعنی: تبدیل تصویر خاکستری به تصویر دودویی بر اساس یک مقدار آستانه مشخص

cv2.threshold(src, thresh, maxval, type)

آرگومان‌های تابع

src، تصویر ورودی را مشخص میکند. image_1 خاکستری است و هر پیکسل آن دارای مقدار بین ۰ تا ۲۵۵ است.

thresh، مقدار آستانه را مشخص میکند. یعنی اگر مقدار پیکسل بزرگ‌تر از ۱۲۷ باشد، آن پیکسل سفید محسوب میشود و اگر کوچک‌تر یا مساوی ۱۲۷ باشد، سیاه میشود.

maxval، در واقع مقدار پیکسلی است که به پیکسل‌های سفید اختصاص داده می‌شود که معمولاً برابر ۲۵۵ انتخاب می‌شود.

type = cv2.THRESH_BINARY ، نوع آستانه‌گذاری را مشخص می کند.

خروجی تابع threshold

تابع cv2.thresholdدو خروجی برمی‌گرداند retval, dst = cv2.threshold(...)
خروجی اول(retval) ، مقدار آستانه استفاده‌شده را نشان می دهد . در اینجا با _نادیده گرفته شده است چون در مراحل بعدی به آن نیازی نداریم.
خروجی دوم(binary_image) ، شامل تصویر دودویی خروجی است که فقط شامل مقادیر ۰ و ۲۵۵ است و آن را در متغیر binary_image_1 میریزد.

- **ساخت عنصر ساختاری (کرنل) با تابع cv2.getstructureingElement()**

```
square_kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, kernel_dim)
```

در این بخش، عناصر ساختاری (Structuring Elements) مورد استفاده در عملیات مورفولوژیک با استفاده از تابع cv2.getStructuringElementتعریف شده‌اند. عنصر تعیین می‌کند که هر پیکسل تحت تأثیر کدام پیکسل‌های اطراف خود قرار گیرد. در این بلاک کد، عنصر ساختاری با شکل مربعی مورد استفاده قرار گرفته است. عنصر ساختاری مربعی با استفاده از گزینه cv2.MORPH_RECTایجاد شده که شامل تمام پیکسل‌های داخل یک ناحیه مربعی بوده و باعث گسترش یا کاهش یکنواخت نواحی پیش‌زمینه در راستاهای افقی و عمودی می‌شود. این نوع کرنل معمولاً لبه‌هایی تیز و زاویه‌دار ایجاد می‌کند.

عنصر ساختاری دایره‌ای با استفاده از گزینه cv2.MORPH_ELLIPSEتعریف میشود که تنها پیکسل‌های واقع در داخل یک ناحیه دایره‌ای یا بیضوی را شامل می‌شود. این ویژگی موجب می‌گردد تغییرات مورفولوژیک به‌صورت همسانگرد در تمام جهات اعمال شده و مرزهای اشیاء نرم‌تر و گردتر شوند.

اندازه عنصر ساختاری که توسط متغیر kernel_dimتعیین می‌شود، شدت اثر عملیات مورفولوژیک را کنترل می‌کند؛ به‌طوری که با افزایش اندازه کرنل، میزان تغییر شکل اشیاء افزایش یافته و جزئیات ظریف تصویر بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند. انتخاب مناسب شکل و اندازه عنصر ساختاری نقش کلیدی در دستیابی به نتایج مطلوب در پردازش مورفولوژیک تصاویر دارد.

- **عملیات dilation با تابع cv2.dilate()**

```
dilated_square = cv2.dilate(binary_image_1, square_kernel, iterations=1)
```

در این مرحله، عملیات مورفولوژیک Dilationبا استفاده از تابع cv2.dilateبر روی تصویر دودویی اعمال شده است. تصویر ورودی binary_image_1یک تصویر تک‌کانال دودویی است . عنصر ساختاری مورد استفاده در این عملیات، square_kernelاست که قبلا تعریف شده است. در فرآیند Dilation ، OpenCVعنصر ساختاری را بر روی تصویر حرکت داده و در هر موقعیت، اگر حداقل یکی از پیکسل‌های پیش‌زمینه در محدوده کرنل قرار داشته باشد، پیکسل متناظر در تصویر خروجی نیز

به‌صورت پیش‌زمینه (سفید) تنظیم می‌شود. در نتیجه این فرآیند، نواحی سفید تصویر گسترش یافته و مرزهای اشیاء به سمت بیرون حرکت می‌کنند. پارامتر iterations=1 نشان می‌دهد که این عملیات تنها یک بار بر روی تصویر اعمال شده است؛ افزایش تعداد تکرارها منجر به اتساع بیشتر و ضخیم‌تر شدن مرزهای اشیاء خواهد شد.

- **عملیات erosion با تابع cv2.erode()**

```
eroded_square = cv2.erode(binary_image_1, square_kernel, iterations=1)
```

در این مرحله، عملیات مورفولوژیک فرسایش (Erosion) با استفاده از تابع cv2.erode بر روی تصویر دودویی binary_image_1 اعمال شده است. عنصر ساختاری مورد استفاده، square_kernel است. در فرآیند فرسایش، OpenCV عنصر ساختاری را بر روی تصویر حرکت داده و تنها در صورتی پیکسل مرکزی را سفید نگه می‌دارد که تمام پیکسل‌های قرارگرفته در محدوده عنصر ساختاری نیز سفید باشند؛ در غیر این صورت مقدار آن پیکسل به سیاه تغییر می‌کند. در نتیجه این عملیات، نواحی پیش‌زمینه کوچک‌تر شده، مرزهای اشیاء به سمت داخل حرکت می‌کنند و حفره‌ها و نواحی تیره موجود در تصویر بزرگ‌تر می‌شوند. پارامتر iterations=1 نشان‌دهنده آن است که این عملیات تنها یک بار بر روی تصویر اعمال شده است و افزایش تعداد تکرارها منجر به فرسایش شدیدتر و حذف بخش‌های بیشتری از پیش‌زمینه خواهد شد.

- **استخراج لبه‌ها با استفاده از تابع cv2.subtract ()**

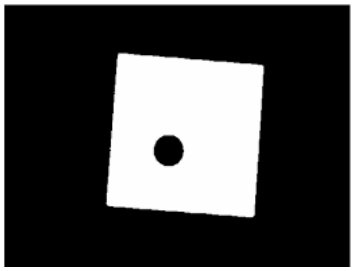
```
edge_square = cv2.subtract(dilated_square, image_3)
```

در این مرحله، استخراج لبه‌ها با استفاده از مفهوم گرادیان مورفولوژیک انجام می‌شود. دستور cv2.subtract اختلاف پیکسلی بین تصویر اتساع‌یافته (dilated_square) و تصویر اصلی خاکستری (image_3) را محاسبه می‌کند. از آنجا که عملیات اتساع باعث گسترش نواحی روشن تصویر به سمت اطراف می‌شود، بیشترین تفاوت بین تصویر dilated شده و تصویر اصلی در نواحی مرزی بین پیش‌زمینه و پس‌زمینه رخ می‌دهد. به همین دلیل، نتیجه این تفریق به‌طور مؤثری لبه‌های اجسام موجود در تصویر را برجسته می‌کند. تابع cv2.subtract در OpenCV به‌صورت اشباع‌شده (Saturated Arithmetic) عمل می‌کند، به این معنا که در صورت منفی شدن نتیجه تفریق، مقدار خروجی به صفر محدود می‌شود و از ایجاد مقادیر منفی جلوگیری می‌گردد. این ویژگی باعث می‌شود تصویر خروجی تنها شامل مقادیر معتبر شدت روشنایی باشد. در نهایت، تصویر edge_square نمایانگر لبه‌هایی است که ضخامت و شدت آن‌ها به شکل و اندازه عنصر ساختاری مورد استفاده در عملیات اتساع وابسته است.

- **ذخیره سازی با تابع cv2.imwrite()**

```
cv2.imwrite(f"square-circle-square-{size}.png", dilated_square)
```

این دستور با استفاده از تابع cv2.imwrite، تصویر پردازش‌شده حاصل از عملیات مورفولوژیک را در قالب یک فایل تصویری بر روی دیسک ذخیره می‌کند.



سوال یک / عملگر Dilation یا اتساع

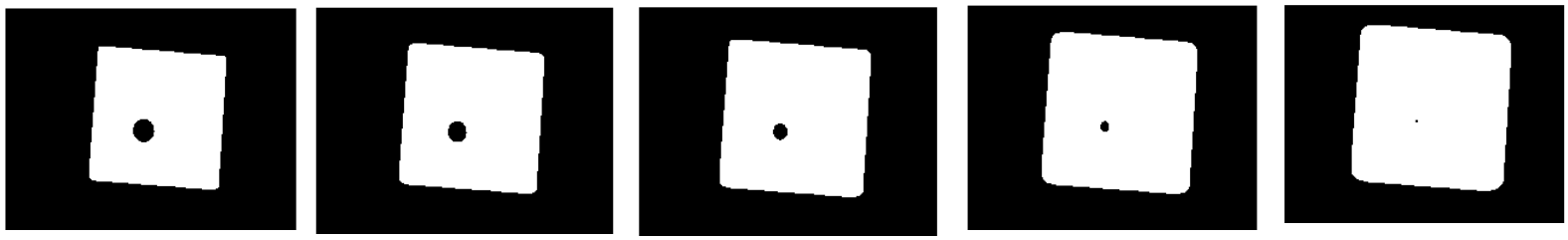
بخش ۱: dilation با عناصر ساختاری مربعی و دایره‌ای

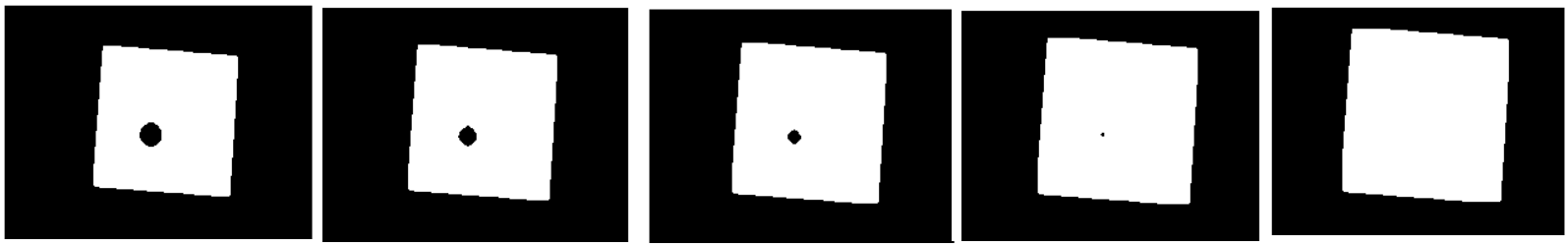
تصویر ورودی:square-circle.png

در این تمرین، تصویر دودویی شامل اشکال هندسی با استفاده از عنصر ساختاری مربعی و عنصر ساختاری دایره‌ای و با اندازه‌های مختلف (۴، ۷، ۱۰، ۱۵)مورد اتساع قرار گرفت. درتصاویر زیر، ردیف بالا، عنصر ساختاری دایره ای استفاده شده و در ردیف پایین عنصر ساختاری مربعی. (در این تمرین، اندازه کرنل تصاویر خروجی از چپ به راست افزایش می یابند)

مشاهدات:

- عنصر مربعی باعث رشد اشیاء در راستاهای افقی و عمودی شده و گوشه‌ها را زاویه‌دار می‌کند.
- عنصر دایره‌ای باعث رشد یکنواخت در تمام جهات شده و مرزها را نرم‌تر حفظ می‌کند.
- عملگر dilation باعث گسترش تدریجی مرزهای نواحی مربوط به پیکسل های پیشزمینه (Foreground) میشود.
- افزایش اندازه عنصر ساختاری قدرت عملیات را افزایش می‌دهد اما باعث از دست رفتن جزئیات می‌شود.
- به نظر میرسد، استفاده از عنصر ساختاری دایره در این تصویر ، انتخاب مناسب تری است.
- اگر هدف از بین بردن حفره ی درون مربع باشد، استفاده از کرنل با اندازه بزرگ تر (۱۵) مناسب تر است.





بخش ۲ : کاهش نویز فلفلی با dilation

تصویر ورودی: cameraman.png

نویز فلفلی شامل پیکسل‌های بسیار تیره (صفر) است. در این تمرین، از اتساع با عناصر دایره‌ای در اندازه‌های ۳و۵و۷و۹و۱۱ برای کاهش این نویز استفاده شد.

مشاهدات:

- اتساع با جایگزینی پیکسل‌های تیره با مقادیر روشن اطراف، نویز فلفلی را کاهش می‌دهد.
- افزایش اندازه کرنل باعث کاهش بیشتر نویز، اما در عین حال موجب محوشدن جزئیات تصویر می‌شود.بنابراین با هدف کاهش نویز، استفاده از کرنل با اندازه کوچک تر(۳) مناسب تر است.

چرا استفاده از عنصر ساختاری دایره‌ای در عملیات اتساع مورفولوژیک به‌منظور کاهش نویز فلفلی انتخابی مناسب است؟

نویز فلفلی معمولاً به‌صورت نقاط تیره کوچک و پراکنده در تصویر ظاهر می‌شود که جهت‌گیری خاصی ندارند و به‌طور تصادفی در تمام جهات پخش شده‌اند. عنصر ساختاری دایره‌ای به دلیل ماهیت همسانگرد (Isotropic) خود، پیکسل‌های روشن اطراف این نویزها را به‌طور یکنواخت در تمامی جهات گسترش می‌دهد و در نتیجه، حفره‌ها و نقاط تیره کوچک به‌صورت متوازن پر می‌شوند. در مقابل، عناصر ساختاری مربعی به دلیل جهت‌دار بودن، تمایل دارند گسترش پیکسل‌ها را در راستاهای افقی و عمودی تقویت کنند که می‌تواند منجر به ایجاد مصنوعات جهت‌دار و تغییرات غیرطبیعی در بافت تصویر شود. بنابراین، استفاده از عنصر ساختاری دایره‌ای موجب حفظ بهتر ساختارهای طبیعی تصویر، کاهش مصنوعات هندسی ناخواسته و دستیابی به نتایج نرم‌تر و طبیعی‌تر در فرآیند کاهش نویز می‌گردد. این ویژگی به‌ویژه در تصاویر طبیعی مانند تصویر cameraman اهمیت بالایی دارد، زیرا از تخریب ناخواسته جزئیات مهم تصویر جلوگیری می‌کند.

بخش ۳ : تشخیص لبه با استفاده از dilation

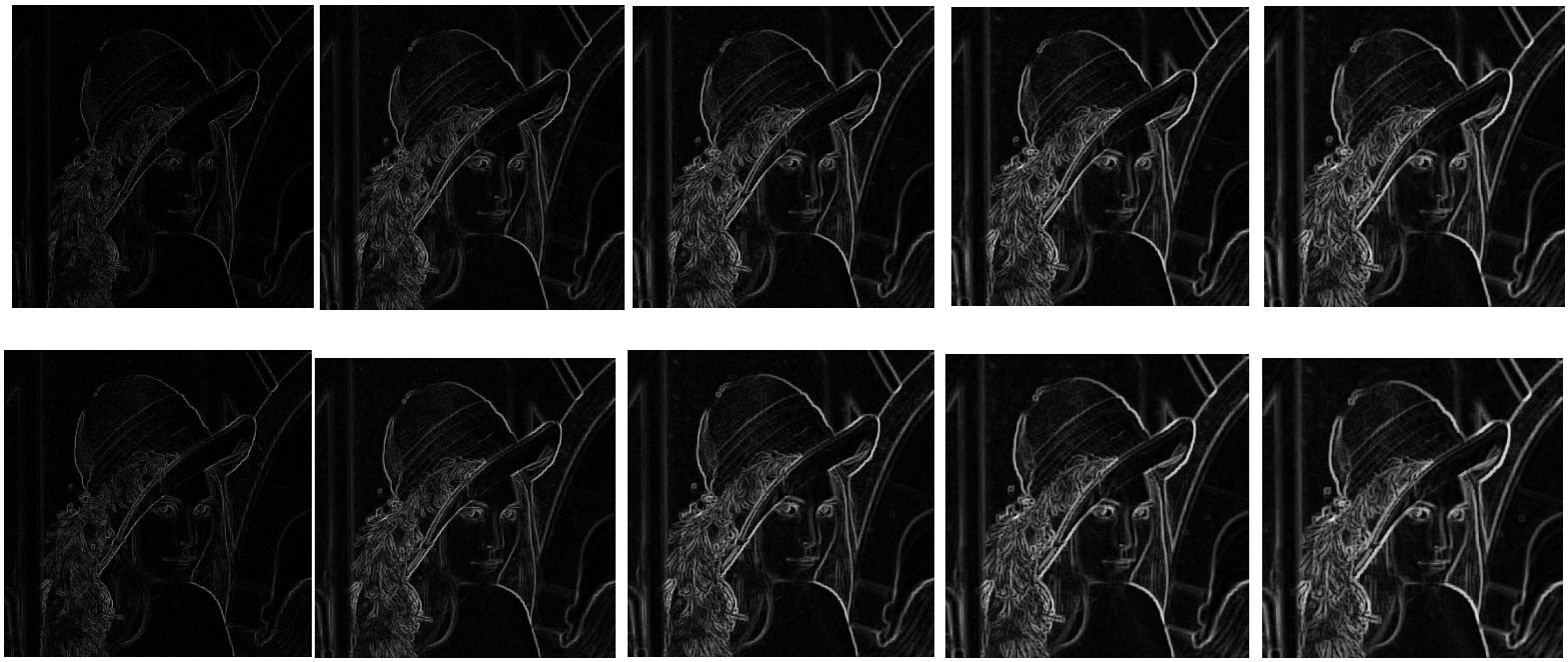
تصویر ورودی: lady.png

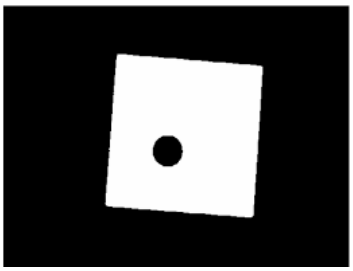
در این بخش، از مفهوم **گرادیان مورفولوژیک ساده** استفاده شد. به این صورت که ابتدا عمل dilation روی تصویر اعمال میشود و تصویر به دست آمده، به صورت پیکسلی از تصویر اصلی subtract میشود، این عمل باعث میشود مرز ها به دست آیند.

در تصاویر زیر از اندازه کرنل های ۳و۵و۷و۹و۱۱ و به صورت دایره (ردیف بالا) و مربع(ردیف پایین) استفاده شده تا تفاوت ها نمایان شوند.

مشاهدات:

- افزایش اندازه عنصر ساختاری باعث ضخیم‌تر شدن لبه‌ها می‌شود و در نتیجه جزییات بیشتری نمایان می شود. به نظر میرسد کرنل با اندازه ۹ مناسب است.
- با وجود شباهت بسیار تصاویر خروجی، استفاده از عنصر ساختاری دایره بهتر است. زیرا کرنل دایره‌ای در تمام جهات رفتار یکسان دارد و لبه‌ها صرف‌نظر از جهت (افقی، عمودی، مورب) به‌طور یکنواخت استخراج می‌شوند
- این روش ساده است اما دقت آن نسبت به روش‌هایی مانند Canny کمتر است.





سوال دو/عملگر Erosion

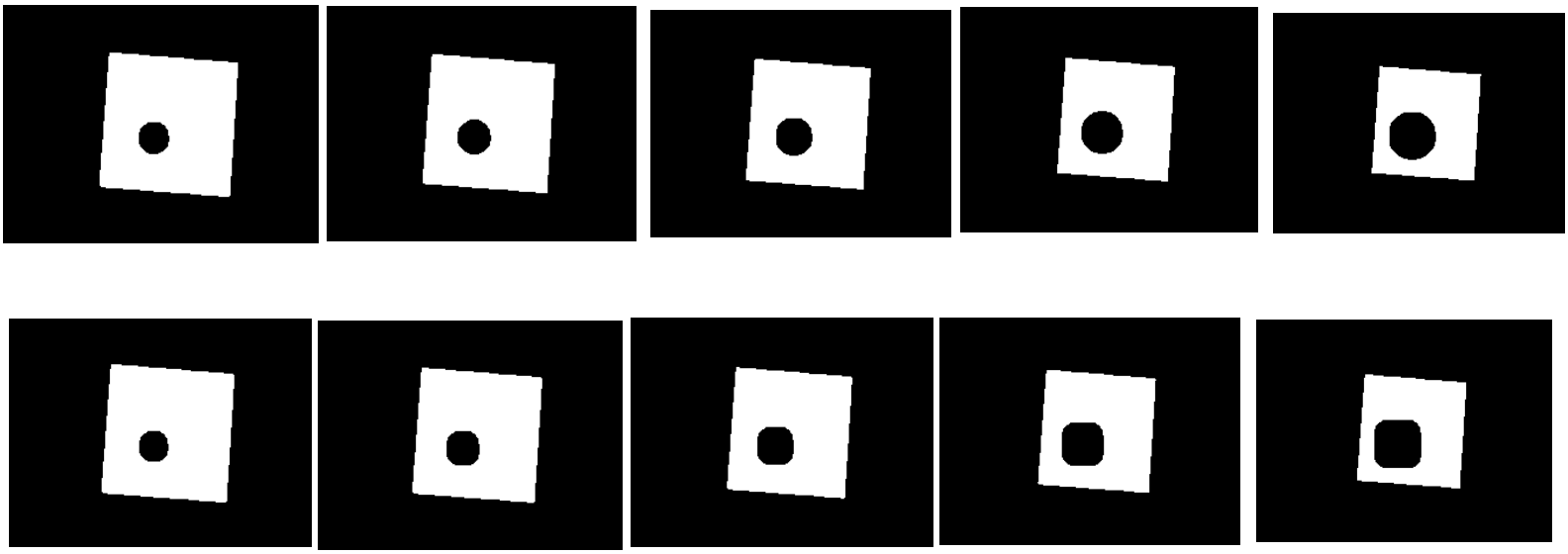
بخش ۱ : erosionبا عناصر ساختاری مربعی و دایره‌ای

تصویر ورودی: circle-square.png

در این آزمایش، اثر فرسایش با عناصر مربعی (ردیف دوم) و دایره‌ای(ردیف اول) و اندازه‌های ۴و ۷و ۱۰و ۱۵و ۲۰ بررسی شد.

مشاهدات:

- فرسایش باعث کاهش سطح اشیاء و بزرگ‌تر شدن حفره‌ها(نواحی تیره) می‌شود.
- عنصر مربعی باعث اعوجاج زاویه‌دار در اشکال منحنی می‌شود.
- عنصر دایره‌ای شکل طبیعی اشیاء گرد را بهتر حفظ می‌کند.بنابراین مناسب تر است.



بخش ۲ : کاهش نویز نمک و فلفل با erosion

تصویر ورودی: cameraman.png

به دلیل برتری عنصر سازنده دایره، در این تمرین از دایره با اندازه های ۳و۵و۷و۹و۱۱ استفاده شده.

مشاهدات:

- جزئیات روشن تصویر کاهش یافتند.
- نویز نمک به‌خوبی کاهش یافت.
- نویز فلفلی نه‌تنها حذف نشد، بلکه گسترش یافت و گویا با افزایش اندازه کرنل ، عکس به سمت تیرگی و تاری میرود.
- فرسایش عمدتاً برای حذف نویز نمک (پیکسل‌های بسیار روشن) مناسب است.
- برای از بین بردن نویز نمک، کرنل با اندازه ۳ مناسب تر است.

تحلیل و نتایج نهایی

- افزایش اندازه عنصر ساختاری قدرت عملیات را افزایش می‌دهد اما باعث از دست رفتن جزئیات می‌شود.
- انتخاب شکل عنصر ساختاری باید متناسب با هندسه اشیاء باشد.
- Dilationبرای نویز فلفلی و erosionبرای نویز نمک مناسب‌تر هستند.