

-1

استفاده متوالی از دو فیلتر متوسط 3×3 دقیقاً مشابه اعمال یک فیلتر 9×9 نیست. دلیل این امر در نحوه تاثیر فیلترها بر روی تصویر نهفته است.

هنگامی که یک فیلتر را روی یک تصویر اعمال می شود یک عملیات کانولوشن انجام می دهد، جایی که فیلتر در سراسر تصویر حرکت می کند و در هر موقعیت، مجموع وزنی مقادیر پیکسل در همسایگی خود را محاسبه می کند. اندازه فیلتر اندازه این محله را تعیین می کند. در مورد فیلتر میانگین 3×3 ، هر پیکسل خروجی میانگین همسایگی 3×3 اطراف پیکسل مربوطه در تصویر ورودی است. وقتی این فیلتر را دو بار اعمال می کنیم، درواقع داریم میانگین میانگین ها را می گیریم.

یک فیلتر میانگین 9×9 ، همسایگی بزرگتری را برای هر پیکسل در نظر می گیرد و وزن های جمع آوری در یک منطقه بزرگتر توزیع می شوند. این یعنی که فیلتر 9×9 هنگام محاسبه خروجی برای هر پیکسل، ناحیه وسیع تری از تصویر را در نظر می گیرد. در حالی که هر دو رویکرد شامل میانگین گیری مقادیر پیکسل هستند، روش خاصی که در آن میانگین گیری انجام می شود متفاوت است. اعمال دو فیلتر 3×3 معادل اعمال یک فیلتر 9×9 نیست، زیرا دومی در حین عملیات کانولوشن، همسایگی بزرگ تری را در نظر می گیرد.

-2

فیلتری است که برای تشخیص لبه و وضوح تصویر استفاده می شود. نواحی تغییر شدت شدید را برجسته می کند که اغلب با لبه های یک تصویر مطابقت دارد. عملگر لاپلاسیان یک عملگر مشتق مرتبه دوم است و کرنل آن برای تقریب لاپلاسیان یک تصویر طراحی شده است. با جمع کردن تصویر اصلی با تصویری که فیلتر بر آن اعمال شده است میتوان تصویر شارپ تری بدست آورد.

$$\Delta^2 f(x, y) \approx [f(x + 1, y) + f(x - 1, y) + f(x, y + 1) + f(x, y - 1)] - 4f(x, y).$$

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

کرنل لاپلاسیان زمانیکه مشتق مرتبه ۲ در جهت افقی و عمودی است

کرنل لاپلاسیان زمانیکه مشتق مرتبه ۲ علاوه بر جهت افقی و عمودی در جهت ۴۵ درجه هم است

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

هنگامی که این کرنل با استفاده از کانولوشن بر روی یک تصویر اعمال می شود، هر پیکسل در تصویر به دست آمده به عنوان مجموع وزنی همسایگان خود با توجه به مقادیر موجود در کرنل لاپلاسین محاسبه می شود. به پیکسل مرکزی وزن بیشتری داده میشود و نواحی که باید هموار شوند وزن 0 میگیرند. کرنل لاپلاسین این خاصیت را دارد که به شدت به نواحی با تغییر شدت پاسخ دهد (شارپ کند)، که آن را برای تشخیص لبه ها موثر می کند. مقدار مثبت در مرکز هسته به افزایش شدت پیکسل در مرکز کمک می کند، در حالی که مقادیر منفی در موقعیت های اطراف به سرکوب اطلاعات پس زمینه کمک می کند. لاپلاسین لبه ها را با تأکید بر مناطقی که شدت آن به طور ناگهانی تغییر می کند برجسته می کند.

یکی از کاربردهای رایج فیلتر لاپلاسین در وضوح تصویر است که در آن اجزای فرکانس بالا (لبه ها) تقویت می شوند تا تصویر متمرکزتر به نظر برسد. با این حال، اپراتور لاپلاسین به نویز حساس است و در عمل اغلب با تکنیک های دیگر مانند استفاده از فیلتر گوسی ترکیب می شود تا نتایج بهتری حاصل شود. هر دو کرنل فیلترهای لاپلاسین هستند که برای برجسته کردن مناطق تغییر شدت سریع در یک تصویر طراحی شده اند. مشتق مرتبه 2 در جهت عمودی افقی و 54 درجه است.

- مرکز کرنل مثبت:

- بر پیکسل مرکزی تأکید می کند و لبه هایی را که در آن شدت افزایش می یابد، افزایش می دهد.

- معمولاً برای افزایش لبه استفاده می شود.

- مرکز کرنل منفی:

- بر پیکسل مرکزی تأکید می کند اما لبه هایی را که شدت کاهش می یابد افزایش می دهد.

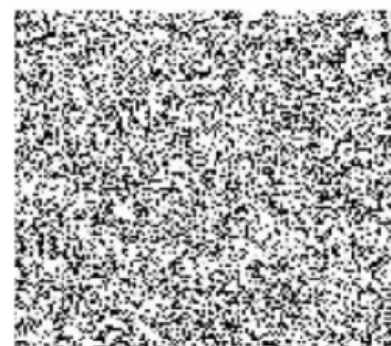
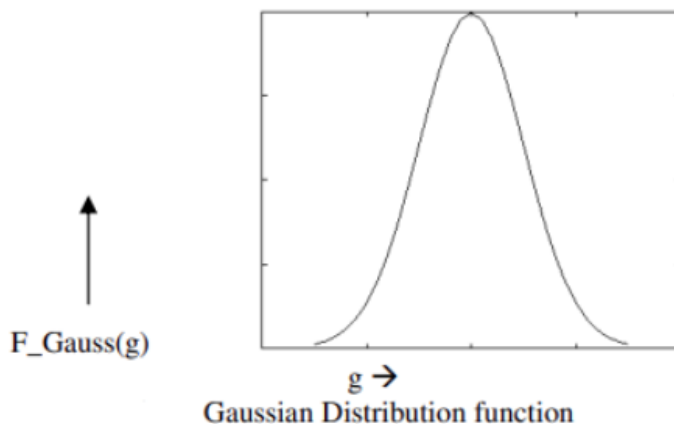
- قابل استفاده برای تشخیص لبه و وضوح تصویر.

در کاربردهای عملی، انتخاب بین این کرنل ها به ویژگی های خاص تصویر و افکت مورد نظر بستگی دارد. در نهایت هم هنگام جمع کردن با تصویر اصلی هیچ تفاوتی ایجاد نمی شود زیرا برای کرنل اول را از تصویر اصلی کم میکنیم که با اعمال علامت منفی به کرنل دوم می رسیم. کرنل دوم را هم جمع میکنیم که یعنی تصویر حاصل یکسان خواهد بود.

-3-

- نویز گوسی:

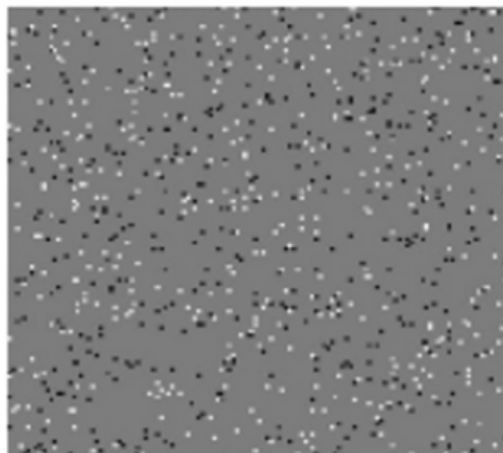
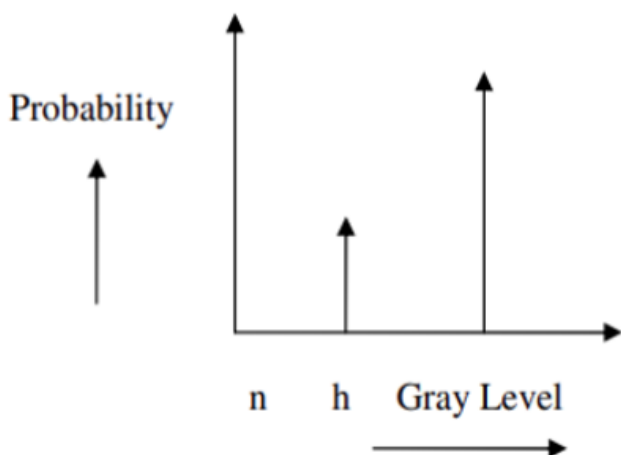
این نویز آماری با تابع چگالی احتمال (PDF) برابر با توزیع نرمال است. این به دلیل تغییرات شدت ناشی از توزیع نرمال گوسی است.



Gaussian noise

- نویز نمک و فلفل:

این نوعی نویز است که به طور تصادفی در یک تصویر ایجاد می‌شود، به صورت پیکسل‌های سفید و سیاه ظاهر می‌شود که در فواصل زمانی تصادفی ظاهر می‌شوند. خطا در انتقال داده‌ها باعث می‌شود که این شکل از نویز ظاهر شود.



- نویز ضربه ای:

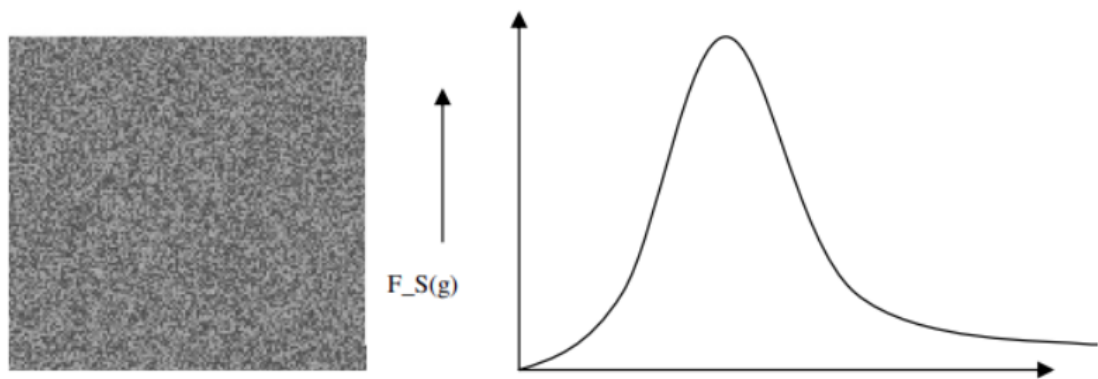
این نوع دیگری از نویز تصادفی است که در یک تصویر رخ می‌دهد، جایی که برخی از پیکسل‌ها سفید هستند.



Impulse noise

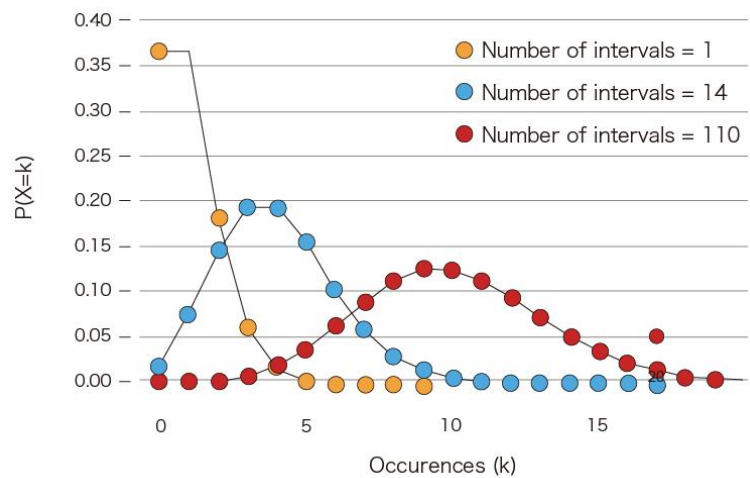
- نویز Speckle:

برخلاف نویز گوسی یا نمک و فلفل، نویز ضربی است. این نوعی نویز است که در تصاویری که با استفاده از سونوگرافی یا سیستم‌های رادار به دست آمده‌اند، ایجاد می‌شود. ناشی از تداخل امواجی است که از قسمت‌های مختلف جسم تصویر منعکس می‌شود.



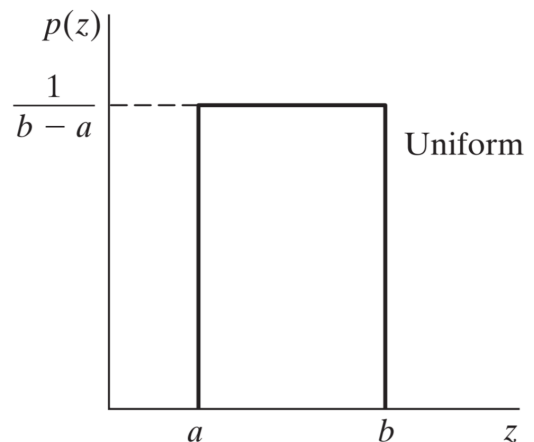
- نویز پواسون (Shot noise or Poisson noise)

نویز پواسون توسط پاسخ های غیرخطی آشکارسازهای تصویر و ضبط کننده ها تولید می شود. این نوع نویز توسط داده های تصویر تعیین می شود. از آنجایی که رویه های تشخیص و ثبت شامل گسیل الکترون دلخواه با توزیع پواسون و مقدار پاسخ متوسط است، از این عبارت استفاده می شود. از آنجایی که میانگین و واریانس توزیع پواسون یکسان است، اگر فرض شود که نویز یک واریانس دارد، عبارت وابسته به تصویر دارای انحراف استاندارد در نظر گرفته می شود.



- نویز یکنواخت:

یک مقدار ثابت به تمام پیکسل های یک تصویر اضافه می شود



- فیلتر violet:

این فیلتر به طور مشخصی تعریف نشده است و نزدیک ترین تعریف به آن می شود نوعی فیلتر رنگی است که برای افزایش دید اجسام بنفش یا آبی در یک تصویر استفاده می شود. با مسدود کردن رنگ های دیگر و اجازه عبور نور بنفش یا آبی کار می کند.

اما اگر منظور wavelet باشد:

تجزیه و تحلیل wavelet شامل استفاده از wavelet ها است، که توابع ریاضی هستند که می توانند برای تبدیل سیگنال ها به نمایشی استفاده شوند که هم اطلاعات فرکانس و هم اطلاعات مکان را ارائه می دهد. این فیلترها به ویژه برای تجزیه و تحلیل سیگنال هایی با ویژگی های غیر ثابت، مانند تصاویر مفید هستند. آنها می توانند هر دو مؤلفه فرکانس بالا و پایین را در یک سیگنال به طور همزمان ضبط کنند. این فیلترها در فشرده سازی تصویر، حذف نویز و استخراج ویژگی پیدا به کار می روند.

- فیلتر لاپلاس:

فیلتر لاپلاس نوعی فیلتر است که برای تشخیص لبه و وضوح تصویر استفاده می شود. عملگر لاپلاس دومین مشتق مکانی یک تصویر را محاسبه می کند و نواحی با تغییر شدت ناگهانی را برجسته می کند (شناسایی مناطقی از تصویر که در آن مشتق دوم صفر یا نزدیک به صفر است). فیلتر لاپلاس اغلب از طریق کانولوشن با یک کرنل اعمال می شود و به تشخیص تغییرات در شدت، در لبه ها تأکید می کند. برای برجسته کردن لبه ها در تصویر استفاده می شود.

- فیلتر فوریه:

تبدیل فوریه یک تبدیل ریاضی است که در پردازش تصویر برای تجزیه و تحلیل محتوای فرکانسی یک تصویر استفاده می شود. فیلتر فوریه در این زمینه به تغییر تصویر در حوزه فرکانس اشاره دارد. برای حذف یا افزایش فرکانس های خاص در یک تصویر استفاده می شود. عملیات فیلتر در حوزه فرکانس را می توان برای کارهایی مانند حذف نویز، محو کردن، یا افزایش اجزای فرکانس خاص استفاده کرد. ایده کلیدی این است که تصویر را با استفاده از تبدیل فوریه به نمایش فرکانس آن تبدیل کنیم، عملیات فیلتر را اعمال کنیم و سپس آن را به حوزه مکانی برگردانیم.

فیلتر پایین گذر Butterworth نوعی فیلتر است که در پردازش سیگنال و پردازش تصویر استفاده می شود تا به اجزای فرکانس پایین اجازه عبور داده شود و در عین حال اجزای فرکانس بالاتر را تضعیف کند. فیلتر با ترتیب آن مشخص می شود و ترتیب نرخی را تعیین می کند که فیلتر فرکانس های فراتر از cutoff را کاهش می دهد.

. فیلتر پایین گذر باترورث درجه اول:

- ringing و مقادیر منفی ندارد

- تابع انتقال یک فیلتر پایین گذر درجه اول Butterworth به صورت زیر ارائه می شود:

- فیلتر مرتبه اول دارای rolloff تدریجی است و فرکانس های فراتر از قطع را با نرخ -20 dB/decade کاهش می دهد.

. فیلتر پایین گذر Butterworth مرتبه دوم:

- ringing خفیف و مقادیر منفی کوچک دارد

- فیلتر مرتبه دوم در مقایسه با فیلتر مرتبه اول، رول آف تندتری دارد.

- تضعیف فراتر از فرکانس قطع با نرخ -40 dB/decade است.

$$H(u,v) = \frac{1}{1 + [D(u,v) / D_0]^{2n}}$$

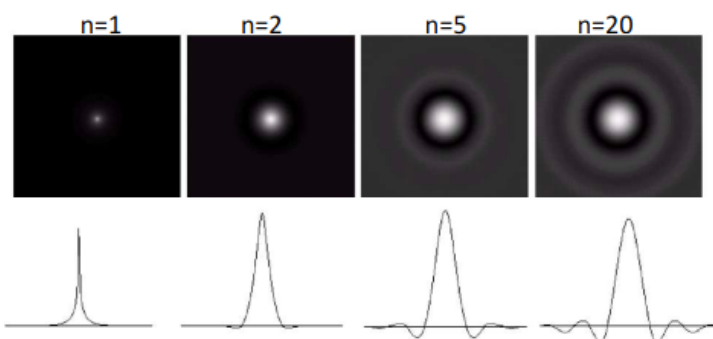
. فیلترهای پایین گذر باترورث درجه بالاتر:

- با افزایش ترتیب، rolloff حتی تندتر می شود.

- تضعیف فراتر از فرکانس قطع با نرخ $20n$ برای یک فیلتر مرتبه n است.

تفاوت اصلی بین فیلترهای پایین گذر Butterworth در مرتبه های مختلف در نرخ تضعیف فراتر از فرکانس قطع نهفته است. فیلترهای مرتبه بالاتر دارای rolloff های تندتری هستند، به این معنی که فرکانس های بالاتر را با سرعت بیشتری کاهش می دهند. با این حال، فیلترهای مرتبه بالاتر ممکن است اعوجاج فاز بیشتری را ایجاد کنند، و اغلب بین دستیابی به یک rolloff شدید و حفظ پاسخ فرکانسی مطلوب، تعادل وجود دارد. انتخاب order فیلتر به نیازهای خاص برنامه بستگی دارد.

هرچه مرتبه بالاتر می رود (۲۰ یا بالاتر)، فیلتر پایین گذر Butterworth شبیه به فیلتر پایین گذر ایده آل می شود.



هرچه مرتبه بالاتر می رود، ringing افزایش می یابد.

نمایش spatial فیلترهای پایین گذر Butterworth با مرتبه های ۱، ۲، ۵، ۲۰. فرکانس قطع در همه فیلترها $D_0=5$ میباشد.

-6-

فیلترهای بالا گذر و پایین گذر دو نوع فیلتر فرکانس هستند که در پردازش سیگنال برای اجازه دادن یا مسدود کردن اجزای فرکانس خاصی در سیگنال استفاده می شوند. تفاوت اصلی بین آنها در فرکانس هایی است که آنها اجازه عبور از آنها می دهند و فرکانس هایی که آنها را ضعیف یا مسدود می کنند. در هر دو مورد، فرکانس قطع یک پارامتر کلیدی است که نقطه ای را که فیلتر شروع به تضعیف سیگنال می کند را تعیین می کند. شیب cutoff به آوردن فیلتر بستگی دارد و فیلترهای مرتبه بالاتر شیب تندتری دارند. هر دو فیلتر در کاربردهای مختلفی از جمله پردازش صدا، پردازش تصویر، سیستم های ارتباطی و پردازش سیگنال زیست پزشکی استفاده می شوند.

فیلتر پایین گذر:

فیلتر پایین گذر نوعی فیلتر دامنه فرکانس است که برای اسمویت کردن تصویر استفاده می شود. مولفه های فرکانس بالا را ضعیف می کند و اجزای فرکانس پایین را حفظ می کند.

- یک فیلتر پایین گذر به فرکانس های زیر یک فرکانس قطع مشخص اجازه عبور می دهد در حالی که فرکانس های بالای آن قطع را کاهش می دهد یا مسدود می کند.

- معمولاً برای فیلتر کردن نویز فرکانس بالا یا اجزای فرکانس بالای ناخواسته سیگنال استفاده می شود.

فیلتر بالاگذر:

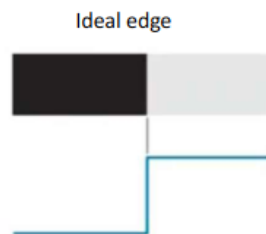
فیلتر High Pass نوعی فیلتر دامنه فرکانس است که برای وضوح تصویر استفاده می شود. مولفه های فرکانس پایین را ضعیف می کند و اجزای فرکانس بالا را حفظ می کند.

- یک فیلتر بالاگذر به فرکانس های بالاتر از فرکانس قطع مشخصی اجازه عبور می دهد در حالی که فرکانس های زیر آن قطع را کاهش می دهد یا مسدود می کند.
- اغلب برای حذف نویز فرکانس پایین یا اجزای فرکانس پایین ناخواسته سیگنال استفاده می شود.

بالا گذر	پایین گذر
شارپ کردن تصویر	هموار کردن تصویر
کاهش فرکانس های پایین	کاهش فرکانس های بالا
حفظ فرکانس های بالا	حفظ فرکانس های پایین
عبور فرکانس های بالای فرکانس قطع از آن	عبور فرکانس های زیر فرکانس قطع از آن
کمک به حذف نویز	کمک به حذف اثر aliasing
$H(u, v) = 1 - H'(u, v)$	$G(u, v) = H(u, v) \cdot F(u, v)$

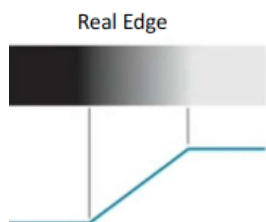
-7

لبه ایده آل



یک تابع پله ای در یک جهت خاص است. در یک لبه ایده آل، شدت یا رنگ فوراً از یک طرف به طرف دیگر بدون هیچ گونه انتقال تدریجی تغییر می کند. لبه های ایده آل اغلب در بحث های نظری و الگوریتم ها به عنوان نمایش ساده شده ای از اینکه لبه ها در یک سناریوی ایده آل شده و بدون نویز به نظر می رسند، استفاده می شوند.

لبه واقعی



یک تابع پله است که کمی تار شده است. لبه واقعی به لبه هایی اشاره دارد که در تصاویر واقعی گرفته شده توسط دوربین ها یا تولید شده در سناریوهای دنیای واقعی وجود دارد. لبه های واقعی تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند نویز، محدودیت سنسور، شرایط نوری و سایر نواقص در فرآیند تصویربرداری قرار می گیرند. برخلاف لبه های ایده آل، لبه های واقعی ممکن است تغییراتی در شدت در طول انتقال از یک منطقه به منطقه دیگر نشان دهند و می توانند تحت تأثیر عواملی مانند تاری قرار گیرند.

-8

فیلتر High Pass بر فرکانس های بالا در تصویر تاکید می کند. تفاوت بین فیلترهای Butterworth و Gaussian این است که اولی بسیار تیزتر از دومی است. تصاویر به دست آمده توسط BHPF بسیار واضح تر از GHPF هستند. برای یک فیلتر ایده آل، تاخیر در تمام فرکانس ها ثابت است و تغییر فاز با فرکانس خطی است. تاخیر فیلتر Butterworth ثابت نیست و نمودار زاویه فاز در مقابل فرکانس غیر خطی است. فیلتر بالاگذر ایده آل، شارپ ترین فیلتر است، اما اجرای آن کاربردی نیست. اجرای فیلتر گوسی آسان است اما به اندازه فیلتر بالاگذر ایده آل نیست. اجرای فیلتر Butterworth نیز آسان است و دارای منحنی پاسخ فرکانس مسطح است اما به اندازه فیلتر بالاگذر ایده آل نیست.

* فیلتر بالاگذر ایده آل:

فیلترهای بالا گذر ایده آل تمام فرکانس های زیر یک فرکانس قطع مشخص را به طور کامل مسدود می کنند و به همه فرکانس های بالاتر از آن نقطه اجازه عبور بدون تضعیف می دهند. انتقال از تضعیف کامل به عدم تضعیف آنی است که منجر به قطع شدید می شود. کاربرد:

فیلترهای بالاگذر ایده آل اغلب در بحث های نظری و به عنوان مرجعی برای فیلترهای دیگر استفاده می شوند.

* فیلتر گوسی:

فیلترهای گوسی با پاسخ فرکانسی ringing شکل در حوزه فرکانس مشخص می شوند. آنها یک انتقال صاف بین باند عبور و توقف را فراهم می کنند و از قطع ناگهانی جلوگیری می کنند. میزان فیلترینگ با انحراف استاندارد تابع گوسی تعیین می شود. عملگر هموارسازی گوسی میانگین وزنی پیکسل های اطراف را بر اساس توزیع گوسی انجام می دهد. کاربرد:

فیلترهای گوسی معمولاً برای صاف کردن تصویر، کاهش نویز و به عنوان فیلترهای پایین گذر استفاده می شوند.

* فیلتر Butterworth:

فیلترهای Butterworth در مقایسه با فیلترهای ایده آل، انتقال تدریجی تری را بین باند عبور و توقف ارائه می دهند. آنها با یک پاسخ فرکانس مسطح در باند عبور و یک رول آف ثابت در باند توقف مشخص می شوند. اوردر فیلتر (تعداد قطب ها) شیب رول آف را تعیین می کند. کاربرد:

فیلترهای Butterworth در کاربردهای مختلفی از جمله پردازش سیگنال و فیلتر تصویر استفاده می شوند. هنگامی که یک پاسخ فرکانسی صاف مورد نظر است، ترجیح داده می شوند. مقایسه:

ویژگی های انتقال:

بالا گذر ایده آل: انتقال ناگهانی با آرتیفکت های ringing.

Gaussian: انتقال صاف و بدون sharp cutoff.

Butterworth: انتقال تدریجی با roll-off مداوم.

عملی بودن:

بالا گذر ایده آل: عملی نیست و کاربرد تئوری دارد.

Gaussian: کاربردی برای کاربردهای مختلف، به ویژه برای صاف کردن و کاهش نویز.

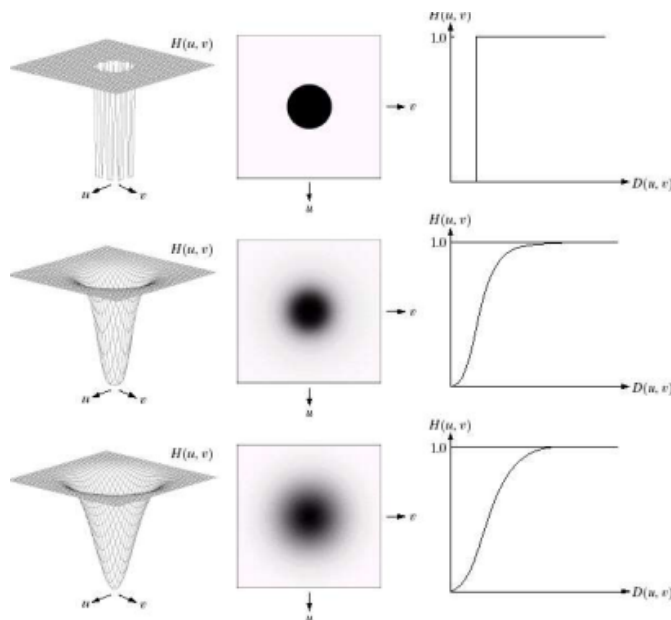
Butterworth: برای کاربردهایی که پاسخ فرکانسی اسموث مهم است.

موارد استفاده:

بالا گذر ایده آل: مرجع نظری، در کاربردهای عملی استفاده نمی شود.

Gaussian: صاف کردن تصویر، کاهش نویز، فیلتر کردن همه منظوره.

Butterworth: پردازش سیگنال، فیلتر صدا و تصویر.



• فیلتر بالا گذر ایده ال

• فیلتر بالاگذر Butterworth

• فیلتر بالاگذر گوسی

12

-9

گوشه یابی برای تطبیق دو تصویر بسیار کاربردی است. در ادامه چندین روش را بررسی میکنیم:

Object Recognition

تطبیق ویژگی ها و رویکردهای مبتنی بر یادگیری عمیق را می توان برای تشخیص اشیاء استفاده کرد. ویژگی های متمایز اشیاء را شناسایی میکند و آنها را با تصاویر مطابقت میدهد تا اشیاء را تشخیص دهد. با توجه به میزان یکسان بودن اشیاء شناسایی شده تطابق دو تصویر بررسی میشود.

Image Matching

تطبیق ویژگی به طور مستقیم برای تطبیق تصویر قابل اعمال است. شناسایی و تطبیق ویژگی های بین دو تصویر برای تعیین شباهت آنها یا یافتن مناطق مربوطه.

Image Registration (Mosaicing)

ثبت تصویر شامل تراز کردن تصاویر به صورت مکانی است و می توان از روش هایی مانند تطبیق ویژگی یا ثبت بر اساس نقطه کنترل استفاده کرد. این امر به ویژه در کارهایی مانند موزاییک کردن تصویر، که در آن چندین تصویر به هم متصل میشوند، مهم است. یعنی قسمت های حاشیه تصاویر را باید باهم تطبیق داد و متصل کرد.

Feature Matching

ویژگی های متمایز در هر دو تصویر مانند گوشه ها، لبه ها یا نقاط کلیدی را شناسایی میکند. از الگوریتم هایی مانند Scale-Invariant Feature Transform (SIFT)، Speed-Up Robust Features (SURF) یا Oriented FAST and Rotated BRIEF (ORB) برای شناسایی و توصیف این ویژگی ها استفاده میکنند. ویژگی های بین دو تصویر را بر اساس توصیفگر آنها مطابقت میدهند.

Template Matching

الگویی را انتخاب میکنند (بخش کوچکی از یک تصویر) که می خواهند در یک تصویر دیگر پیدا کنند. الگو را با هر منطقه همپوشانی مقایسه میکنند. منطقه ای که بهترین امتیاز مطابقت را دارد، مکان قالب را در تصویر مورد نظر نشان می دهد.

Correlation-based Matching

همبستگی متقاطع یا همبستگی متقاطع نرمال شده بین دو تصویر را محاسبه میکنند. پیک ها در نتیجه همبستگی، زمینه های شباهت بین تصاویر را نشان می دهد.

Histogram-based Matching

محاسبه هیستوگرام شدت پیکسل در هر دو تصویر. از تکنیک هایی مانند تطبیق هیستوگرام یا تقاطع هیستوگرام برای اندازه گیری شباهت بین هیستوگرام ها استفاده میکنند.

Feature Descriptor Matching (Deep Learning)

آموزش یک شبکه عصبی برای یادگیری نمایش ویژگی ها از تصاویر. -از ویژگی های آموخته شده برای مطابقت با مناطق مربوطه در تصاویر استفاده میکنند.

علاوه بر این، چالش هایی مانند تغییر در مقیاس، چرخش، روشنایی و انسداد باید در نظر گرفته شود. ترکیب چندین روش یا استفاده از تکنیک های پیشرفته مانند یادگیری عمیق ممکن است نتایج قوی تری را در تطبیق های پیچیده ارائه دهد.

-10

لبه یابی:

Sobel -

اپراتور سوبل یک روش مبتنی بر گشتاور است که گرادیان تصویر را با استفاده از یک کرنل 3×3 محاسبه می کند. این حساس به لبه ها در جهت های افقی و عمودی است. خروجی لبه یاب، یک خروجی باینری است که تشخیص می دهد هر پیکسل لبه هست یا خیر.

لبه یاب Sobel:

هدف به دست آوردن لبه هاست، نه مشتق. برای راحتی محاسبه ضرب حذف می شود (۸ برابر مشتق محاسبه شده است).

$$\begin{array}{l} \text{Kernel in} \\ \text{x direction:} \end{array} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{array}{l} \text{Kernel in} \\ \text{y direction:} \end{array} \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Prewitt -

مشابه اپراتور سوبل، اپراتور پرویت برای تشخیص لبه با محاسبه گرادیان تصویر استفاده می شود. این مبتنی بر یک کرنل 3×3 است.

لبه یاب Prewitt:

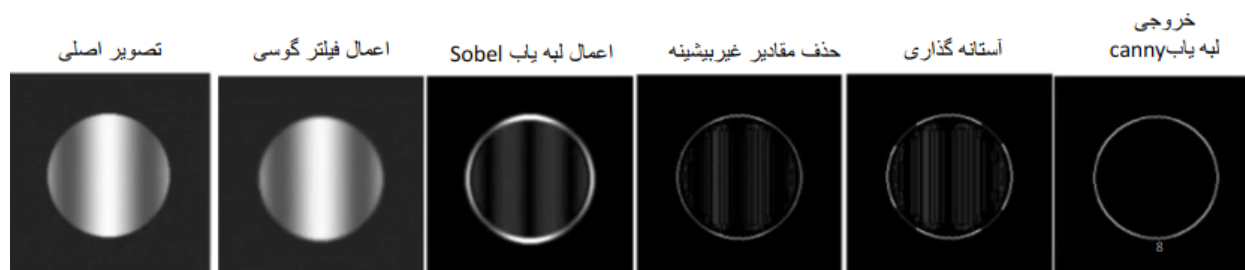
هدف به دست آوردن لبه هاست، نه مشتق. برای راحتی محاسبه ضرب حذف می شود (۶ برابر مشتق محاسبه شده است).

Written in separable form

$$\begin{array}{l} \text{Kernel in} \\ \text{x direction:} \end{array} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{array}{l} \text{Kernel in} \\ \text{y direction:} \end{array} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Canny -

لبه یاب کنی یک الگوریتم چند مرحله ای است که شامل هموار کردن تصویر با یک فیلتر گوسی، یافتن گرادیان های شدت، non-maximum suppression و edge tracking by hysteresis می باشد. یک فیلتر گوسی بر روی تصویر اعمال می شود تا تصویر هموار شود. بر روی تصویر هموار شده، اندازه و جهت گرادیان معمولاً با عملگر Sobel محاسبه می شود. مقادیر غیر بیشینه حذف می شود تا لبه های نازک به دست آید.



Laplacian of Gaussian -

این اپراتور شامل گوسی کردن تصویر و سپس استفاده از اپراتور لاپلاسیان است. برای تشخیص همزمان لبه‌ها و گوشه‌ها کارآمد است.

Zero Crossing Detector -

این متد لبه‌ها را با جستجو zero-crossing در مشتق دوم تصویر شناسایی می‌کند. اغلب به همراه LoG استفاده می‌شود.

گوشه یابی:

Harris Corner Detector -

تشخیص گوشه هریس تغییرات شدت نور را برای یک جابه‌جایی کوچک پنجره در تمام جهات ارزیابی می‌کند. از مقادیر ویژه ماتریس پاسخ گوشه برای شناسایی گوشه‌ها استفاده می‌کند. هدف اصلی این الگوریتم، تشخیص نقاطی است که تغییرات شدت نور در آنها در جهات مختلف بیشینه است؛ به عبارت دیگر، نقاطی که به همه جهات به‌طور یکنواخت تغییر می‌کنند.

الگوریتم تشخیص گوشه هریس:

1. محاسبه گرادیان:

- برای هر پیکسل در تصویر، گرادیان شدت نور در جهات افقی و عمودی محاسبه می‌شود. این محاسبات می‌توانند با استفاده از اپراتورهای گرادیان مانند سوبل یا پرویت انجام شوند.

2. محاسبه ماتریس:

- برای هر پیکسل، ماتریسی محاسبه می‌شود. این ماتریس شامل مشتقات جزئی دوم شدت نور نسبت به x و y است.

3. محاسبه پاسخ گوشه:

- با استفاده از مقادیر ویژه ماتریس، پاسخ گوشه برای هر پیکسل محاسبه می‌شود. پاسخ گوشه متناسب با تغییرات شدت نور در جهات مختلف است.

4. انتخاب نقاط گوشه:

- نقاطی که پاسخ گوشه‌ای بزرگتر از یک آستانه تعیین شده دارند و همچنین از بقیه نقاط تصویر بیشتر تغییر می‌کنند، به عنوان نقاط گوشه شناسایی می‌شوند.

- **حساسیت به مقیاس:** تشخیص گوشه هریس حساس به مقیاس نیست و می‌تواند در اندازه‌ها مختلف تغییرات شدت نور را تشخیص دهد.

- **تغییرات شدت نور یکنواخت:** در نقاطی که تغییرات شدت نور به یکنواختی اتفاق می‌افتد، پاسخ گوشه کم است و این نقاط به عنوان نقاط مسطح شناخته می‌شوند.

- توانایی در تشخیص گوشه‌های مهم: توانایی تشخیص گوشه‌های مهم و معنی‌دار در تصاویر از جمله ویژگی‌های مثبت این الگوریتم است.

- Moravec Corner Detector

موراوک با مقایسه تغییرات شدت نور در جهات مختلف اطراف یک پیکسل عمل می‌کند و هدف آن شناسایی نقاطی است که در این تغییرات تفاوت معناداری وجود دارد. آمده است:

الگوریتم تشخیص گوشه موراوک:

1. محاسبه تغییرات شدت:

- برای هر پیکسل در تصویر، یک محدوده مربعی اطراف آن را در نظر بگیرید (معمولاً پنجره 3x3).
- جمع مربع تفاوت‌های شدت نور بین پیکسل مرکزی و همسایگانش در جهات مختلف (معمولاً افقی، عمودی و دو جهت مورب) را محاسبه کنید.

2. تابع پاسخ گوشه:

- برای هر جهت، یک تابع پاسخ گوشه تعریف کنید؛ معمولاً از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$R(x, y) = \min \left(\sum_i \sum_j (I(x + i, y + j) - I(x + i + \Delta x, y + j + \Delta y))^2 \right)$$

3. شناسایی گوشه:

- تابع پاسخ گوشه $R(x, y)$ برای هر جهت محاسبه می‌شود. پاسخ بالا نشان‌دهنده حضور گوشه است.
- یک پیکسل به عنوان گوشه در نظر گرفته می‌شود اگر پاسخ آن بیشتر از حداقل مشخصی باشد و بیشینه از بین پاسخ‌ها در تمام جهات باشد.
- **سادگی:** روش موراوک محاسباتی ساده و آسان برای پیاده‌سازی دارد که مناسب برنامه‌های زمان واقعی است.
- **مقاومت در برابر چرخش:** یک محدودیت این الگوریتم حساسیت به چرخش است. موراوک به این معناست که پاسخ ممکن است با جهت تصویر تغییر کند.
- **اپراتور محلی:** موراوک بر روی محل‌های کوچک به صورت مستقل عمل می‌کند. این محلی بودن باعث کاهش مقاومت در برابر نویز و دقت کمتر می‌شود.
- **انتخاب حداقل:** انتخاب حداقل مناسب بسیار حیاتی است؛ زیرا تعداد گوشه‌های شناسایی شده و تأثیر حساسیت و خاصیت اختصاصی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

- تشخیص گوشه شی-توماسی

مشابه تشخیص گوشه هریس، شی-توماسی از مقادیر ویژه یک ماتریس برای اندازه‌گیری پاسخ گوشه استفاده می‌کند. این به عنوان بهبودی بر گزینش گوشه هریس در نظر گرفته می‌شود.

- FAST (Features from Accelerated Segment Test)

FAST یک الگوریتم تشخیص گوشه است که گوشه‌ها را بر اساس تغییرات شدت نور در یک الگوی دایره‌ای در اطراف یک پیکسل شناسایی می‌کند. این به صورت محاسباتی کارآمد است و در برنامه‌های زمان واقعی به طور گسترده استفاده می‌شود.

$$\text{Dilation } A \oplus B = \{x | (B)_x \cap A \neq \emptyset\}$$

عملیاتی است که مرزهای اشیاء را در یک تصویر گسترش می دهد. مجموعه های متصل از ۱ها در یک تصویر باینری را گسترش می دهد. این شامل قرار دادن یک عنصر ساختاری (یک محله کوچک) در هر پیکسل در تصویر و تنظیم مقدار پیکسل به حداکثر مقدار در همسایگی است. عمل Dilation برای رشد یا بزرگنمایی مناطق مورد نظر در یک تصویر استفاده می شود. به ویژه برای پر کردن شکاف ها، اتصال ساختارهای شکسته و قوی تر کردن اجسام مفید است.

$$\text{Erosion } A \ominus B = \{x | (B)_x \subseteq A\}$$

عملیاتی است که مرزهای اشیاء را در یک تصویر کوچک می کند. مجموعه های متصل از ۱ها در یک تصویر باینری را کوچک می کند. این شامل قرار دادن یک عنصر ساختاری در هر پیکسل و تنظیم مقدار پیکسل به حداقل مقدار در همسایگی است. این عملیات برای حذف ساختارها، اتصالات و شاخه های کوچک، جداسازی اجزای منفرد و نازکتر کردن اجسام مفید است.

عنصر ساختاری (B): انتخاب عنصر ساختاری ماهیت و میزان گسترش یا سایش را تعیین می کند. در واقع شبیه یک فیلتر است که در عملیات مورفولوژیکی استفاده می شود. این یک الگو یا شکل کوچک، معمولاً باینری است.

این ها کرنل های کانولوشنی هستند. هر کرنل برای انجام عملیات کانولوشن روی یک تصویر ورودی استفاده می شود و دو تابع را برای تولید تابع سوم ترکیب می کند که اغلب برای استخراج ویژگی ها از یک تصویر استفاده می شود.

فیلتر اول از سمت چپ: این کرنل یک آشکارساز لبه است. می تواند لبه های یک تصویر را با اختصاص مقدار بالاتر به پیکسل هایی که در آن جا از تاریکی به روشن (چپ به راست) تغییر می کند، برجسته کند.

فیلتر دوم: این کرنل نیز یک آشکارساز لبه است اما در جهتی متفاوت. بر لبه های عمودی با اختصاص دادن مقدار بالاتر به پیکسل ها در جایی که انتقال از تاریکی به روشن در جهت بالا به پایین وجود دارد، تأکید می کند.

فیلتر سوم: مشابه کرنل اول، این یکی هم یک آشکارساز لبه است، اما بر لبه ها در جهت مخالف (از پایین سمت چپ به سمت راست بالا) تأکید می کند.

فیلتر چهارم: این کرنل یک آشکارساز لبه افقی است. این بر لبه هایی تأکید می کند که در آن گذر از تاریکی به روشن در جهت چپ به راست وجود دارد.

هر یک از این کرنل ها به عنوان یک فیلتر برای تشخیص لبه ها در جهت های مختلف، عمل می کنند. تفاوت بین آنها در جهت لبه هایی است که تشخیص می دهند.

سوال پلاک خودرو:

```
q5.py x
C: > Users > hora_ > OneDrive > sbu t7 > vision > hw2 > q5.py > ...
1  import cv2
2  import pytesseract
3
4  # Path to the Tesseract executable
5  pytesseract.pytesseract.tesseract_cmd = r'C:\Program Files\Tesseract-OCR\tesseract.exe'
6
7  def recognize_license_plate(image_path):
8      img = cv2.imread(image_path)
9      gray_img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
10
11     # Enhance text
12     _, threshold_img = cv2.threshold(gray_img, 80, 255, cv2.THRESH_BINARY)
13
14     license_plate_text = pytesseract.image_to_string(gray_img)
15
16     return license_plate_text.strip()
17
18
19  image_path = 'image6.2.jpg'
20  recognized_plate = recognize_license_plate(image_path)
21
22  print(f"License Plate: {recognized_plate}")
23
```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

```
[Running] python -u "c:\Users\hora_\OneDrive\sbu t7\vision\hw2\q5.py"
License Plate: & MH 20 EE 7602

[Done] exited with code=0 in 0.472 seconds
```

برای سوال تشخیص چهره چندین کتابخانه را که برای این کار هستند پیدا و مدل هایشان را نصب کردم (DeepFace و face recognition) اما به دلیل نیاز به GPU و کار نکردن روی کولب موفق به خروجی گرفتن نشدم. در داکيومنت هر کدام عملکرد مدل ها گفته شده است و به خوبی برای تطبیق دو چهره میتوان از آنها استفاده نمود.