



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

گروه مستقل مهندسی رباتیک

تمرین اول درس بینایی ماشین

استاد درس:

دکتر صفابخش

تدریس یار:

مهندس مجد

نام دانشجو:

نوید خزاعی

۹۲۱۳۵۰۰۸

زمستان ۱۳۹۲

فهرست مطالب

۲	فهرست مطالب
۳	۱ بخش اول
۳	Normalization - Contrast Stretching ۱.۱
۵	تاثیر نرمال سازی ۲.۱
۵	Histogram Equalization ۳.۱
۷	مقایسه ۴.۱
۷	رسم و مقایسه هیستوگرام ۵.۱
۸	۲ بخش ۲
۸	فیلترهای میانه، میانگین، گاووسی ۱.۲
۱۰	اثر میانگین و میانه ۲.۲
۱۲	سرعت اجرا ۳.۲
۱۴	تاثیر اندازه پنجره ۴.۲

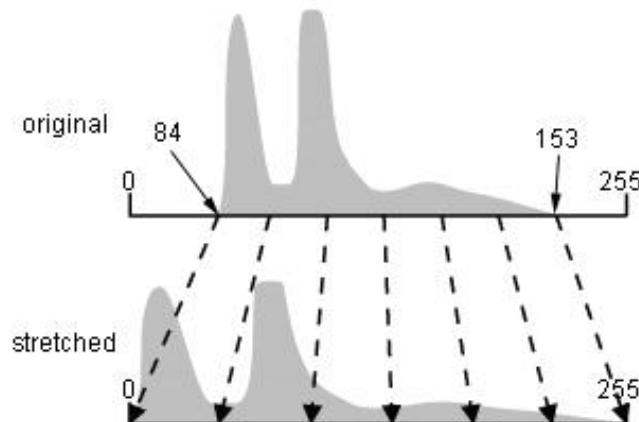
۱ بخش اول

Normalization - Contrast Stretching ۱.۱

پرسش: عملگر normalization یا contrast stretching چیست؟ برای تصویر شماره‌ی ۱ این عملگر را اعمال کنید. عملگر چه تاثیری داشته است؟

پاسخ: عملگر normalization یا contrast stretching ، عملگری است که استفاده از آن سبب می‌شود پیکسل‌ها بازه‌های بیشتری از رنگ‌های موجود را پوشش بدهند و سبب می‌شود کنترast بین ویژگی‌ها و پس‌زمینه‌ی آن‌ها زیاد شود. این عملگر دو نوع خطی و غیر خطی دارد. در نوع خطی، دو مقدار مرزی بالایی و پایینی (معمولًا کمینه و بیشینه مقادیر روشنایی موجود در تصویر) استفاده می‌شوند تا طی تبدیل زیر^۱، مقادیر هیستوگرام را stretch کنند (بکشند) تا تمام مقادیر ممکن برای روشنایی پوشش داده شود.

$$I_N = (I - Min) \frac{newMax - newMin}{Max - Min} + newMin \quad (1)$$

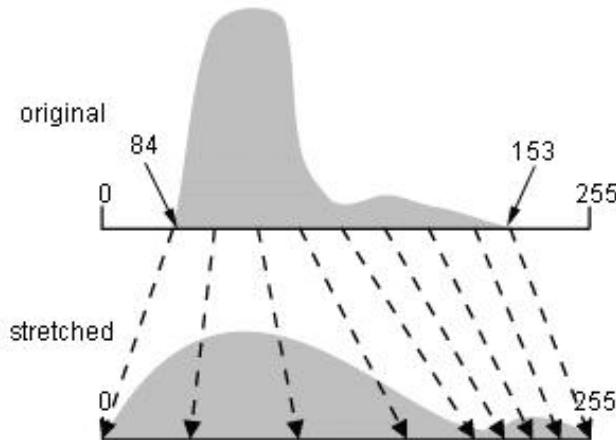


شکل ۱ - تبدیل خطی^۲

در نسخه‌ی غیرخطی، که به Equalized Contrast Stretch نیز معروف است، مقادیر روشنایی بیشتری (بازه‌ی بیشتری از هیستوگرام) به بخش‌هایی که بیشتر در هیستوگرام ظاهر شده‌اند، نسبت داده می‌شود.

^۱ http://en.wikipedia.org/wiki/Normalization_%28image_processing%29

^۲ <http://hosting.soonet.ca/eliris/remotesensing/LectureImages/linearstretch.gif>



شکل ۲ - تبدیل غیر خطی^۳

برای اعمال این عملگر به تصویر، ازتابع

```
normalize(_src, dst, 0, 255, NORM_MINMAX, CV_8UC1)
```

استفاده نمودیم که در آن مقادیر $newMin$ و $newMax$ به ترتیب برابر با ۰ و ۲۵۵ انتخاب شده‌اند تا تمامی مقادیر پوشش یابند. با استفاده از NORM_MINMAX، نرمال‌سازی با روش خطی و با بدست آوردن کمینه و بیشینه تصویر انجام می‌شود. دلیل استفاده از CV_8UC1 نیز، استفاده از عکس خاکستری با بازه‌ی (۰,۰,۲۵۵) است (نمایش هشت بیتی و تک کاناله).

نتایج اعمال این عملگر بر روی تصویر شماره‌ی ۱ در زیر آورده شده‌است. همان‌گونه که مشاهده می‌کنید، مقادیر خاکستری بیشتری به تصویر اختصاص داده شده‌است و اختلاف مقادیر خاکستری نزدیک به هم، بیشتر و در نتیجه کنترast، بهتر شده‌است.



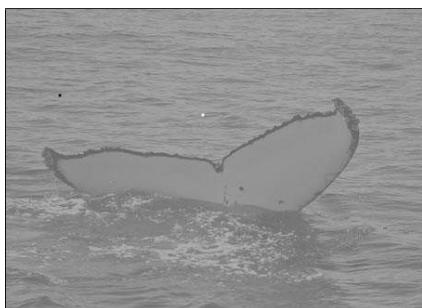
^۳ <http://hosting.soonet.ca/eliris/remotesensing/LectureImages/equalizedstretch.gif>

۲.۱ تاثیر نرمال‌سازی

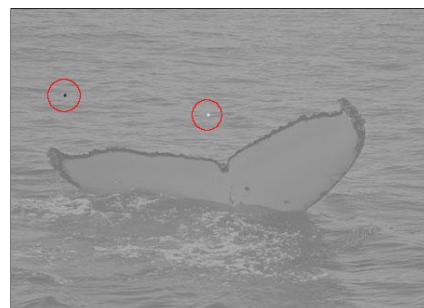
پرسش: این عملگر در چه تصاویری تغییر ایجاد کرده و برای کدام تصاویر بی‌اثر است؟ نمونه‌ای از تصویری که این عملگر بر روی آن بی‌اثر است تهیه کرده و نتیجه را تحلیل کنید.
پاسخ: با بسط فرمول (۱) خواهیم داشت:

$$I_N = I \left(\frac{\text{newMax} - \text{newMin}}{\text{Max} - \text{Min}} \right) - \text{Min} \left(\frac{\text{newMax} - \text{newMin}}{\text{Max} - \text{Min}} \right) + \text{newMin} \quad (2)$$

برای آنکه $I_N = I$ باید عبارت $\frac{\text{newMax} - \text{newMin}}{\text{Max} - \text{Min}}$ برابر با یک باشد و حاصل ترم‌های باقی‌مانده صفر شود. پس کافی است که $\text{newMax} = \text{Max}$ و $\text{newMin} = \text{Min}$ باشد. به دیگر سخن، نرمال‌سازی خطی هر تصویر، با انتخاب بازه‌ی Stretch تعریف شده با کمینه و بیشینه تصویر، بی‌اثر خواهد بود. برای نمونه، تصویری که مقادیر ۰ و ۲۵۵ را در خود دارد، باتابع normalize و آرگومان‌های آورده شده استفاده کردیم. به این ترتیب که دو ناحیه‌ی کوچک سفید و سیاه به تصویر اضافه نمودیم که با دوایر قرمز رنگ مشخص شده‌اند. نتیجه را در زیر مشاهده می‌فرمایید:



پس از نرمال‌سازی



قبل از نرمال‌سازی

Histogram Equalization ۳.۱

پرسش: Histogram Equalization چیست؟ برای تصویر شماره‌ی ۱ این عملگر را اعمال کنید.
عملگر چه تاثیری داشته‌است؟

پاسخ: تعدیل هیستوگرام، عملی است که طی آن هیستوگرام را به گونه‌ای تغییر می‌دهیم که تمرکز نقاط از روی مقادیر معین در هیستوگرام، از بین بود و بازه‌ی مقادیر استفاده شده در هیستوگرام، بیشتر شود. به دیگر سخن، از هر مقدار خاکستری، تعداد مناسبی در تصویر خواهیم داشت و شکل ظاهری هیستوگرام، تعدیل می‌شود.

برای این منظور، اگر تصویر با ابعاد $N \times N$ را در نظر بگیریم، که L سطح خاکستری دارد و برای هر نقطه، مقدار سطح خاکستری برابر با r_k باشد و $r_k \in \{0, 1, \dots, L - 1\}$ ، اگر تعداد نقاطی که سطح خاکستری r_k دارند، n_k آن‌گاه خواهیم داشت:

$$p(r_k) = \frac{n_k}{N^2} , \quad k = 0, 1, \dots, L - 1$$

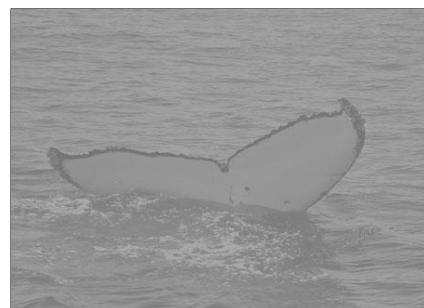
هدف به دست آوردن تابع تبدیل T است به گونه‌ای که با اعمال آن بر روی نقاطهای با سطح روشنایی p_j از تصویر اصلی، سطح روشنایی q_j برای آن نقطه در تصویر جدید را به دست دهد، که هیستوگرام حاصل از آن، مسطح باشد. به دیگر سخن، مقادیر روشنایی این‌بار از یک تابع چگالی یکنواخت پیروی خواهند کرد. همان‌گونه که در اسلایدهای درس اشاره شده است، می‌توان نشان داد که این تابع تبدیل به صورت زیر است:

$$q_j = T(p_j) = \frac{q_k - q_0}{N^2} \sum_{i=p_0}^{p_j} G(i) + q_0 \quad (3)$$

که در آن G هیستوگرام تصویر اصلی است.
در OpenCV از تابع زیر برای تغییر هیستوگرام استفاده می‌شود:
`equalizeHist(src,dst)`
که نتیجه‌ی اعمال آن بر روی تصویر ۱، به این شکل است:



پس از تغییر



قبل از تغییر

همان‌گونه که مشاهده می‌فرمایید، این عملگر، کنتراست تصویر یا به دیگر سخن، وضوح آن را، بیشتر می‌کند. این در نتیجه‌ی تنوع سطوح خاکستری و تغییر تعداد نقاط از هر رنگ خاکستری است.

۴.۱ مقایسه

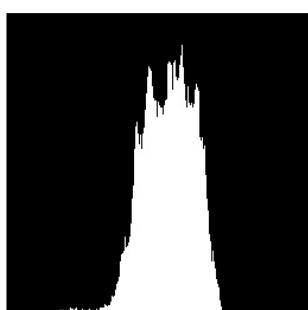
پرسش: تفاوت دو عملگر فوق، Contrast Stretching و Histogram Equalization در چیست؟ از نظر کارایی و سرعت با هم مقایسه کنید.

پاسخ: یکی از تفاوت‌های اصلی، خطی بودن Contrast Stretching و غیر خطی بودن Histogram Equalization است. در عملگر اول، تفاوت ایجاد شده در تصویر، گاه بسیار اندک است اما حالت طبیعی تصویر حفظ می‌شود. برخلاف آن، عملگر تبدیل وضوح تصویر را بسیار بیشتر می‌کند اما به طور معمول تصویر را مصنوعی جلوه می‌دهد. از نظر سرعت، با توجه به فرمول‌های (۱) و (۳)، به آسانی در می‌یابیم برای پیاده‌سازی (۳)، یک حلقه‌ی اضافه برای محاسبه‌ی \sum نیاز داریم که یک مرتبه به مرتبه‌ی پیچیدگی اجرای الگوریتم بر روی تصویر، اضافه می‌کند. پس نرمال‌سازی خطی، به طور کلی، سریع‌تر از تبدیل هیستوگرام است.

۵.۱ رسم و مقایسه‌ی هیستوگرام

پرسش: هیستوگرام حاصل از اعمال Contrast Stretching و Histogram Equalization را بر روی یک تصویر با هم مقایسه کنید.

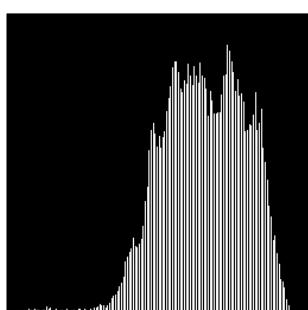
پاسخ: برای این بخش از تصویر زیر استفاده نمودیم:



هیستوگرام شکل ۳



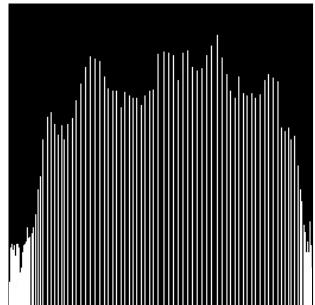
شکل ۳ - نقاشی اسب^۴



هیستوگرام نرمال



پس از نرمال‌سازی



هیستوگرام تعدیل شده



پس از تعديل

همان‌گونه که مشاهده می‌فرمایید، عمل نرمال‌سازی تنها با کشیدن هیستوگرام به سمت دو سر انتهایی بازه، تلاش در بهبود تصویر دارد، اما تعديل سبب شده است هیستوگرام مسطح‌تر شود و توزیع روشنایی نقاط، یکنواخت شود.

۲ بخش ۲

۱.۲ فیلترهای میانه، میانگین، گاووسی

پرسش: تفاوت فیلترهای میانه، میانگین و گاووسی در چیست؟ تصویری را نویزی کرده و هر سه فیلتر را به آن اعمال کنید. در سوالات این بخش شدت نویز را به گونه‌ای تنظیم کنید که تاثیر فیلترها قابل مشاهده باشد.

پاسخ: تفاوت این فیلترها در شکل کلیشه‌ی به کار رفته در آن‌هاست که در هر کدام از منطق خاصی پیروی می‌کند و پیامدهای گوناگونی دارد.

- در فیلتر میانگین، میانگین شدت روشنایی نقاط همسایه، جایگزین شدت روشنایی نقطه‌ی کنونی می‌شود. به همین دلیل، جزیيات تصویر حذف می‌شوند. این عمل، وضوح تصویر را هم کمتر می‌کند.
- در فیلتر گاووسی، یک میانگیری وزن‌دار انجام می‌دهیم که وزن‌ها از توزیع گاووسی پیروی می‌کنند. این فیلتر از فیلتر میانگین بهتر است.

- در فیلتر میانه، همه‌ی همسایگی‌ها مرتب می‌شوند و میانه‌ی آن‌ها انتخاب می‌شود. به همین دلیل، می‌توان بر خلاف فیلترهای قبلی، چندین بار آن را به تصویر اعمال کرد. این فیلتر لبه‌های نازک را نیز

^۴ http://th01.deviantart.net/fs71/200H/f/2011/354/3/8/another_horse_of_bad_quality_by_vulpes_corsac-d4jplkf.png

از بین نمیبرد و در کل عملکرد بهتری از دو فیلتر دیگر دارد. این فیلتر با کلیشه‌های صلیبی شکل نیز استفاده می‌شود. برای آزمایش از فیلترهای 3×3 و شکل 4^{\triangle} ، استفاده نمودیم:



اعمال فیلتر میانگین



شكل 4^{\triangle}



اعمال فیلتر میانه



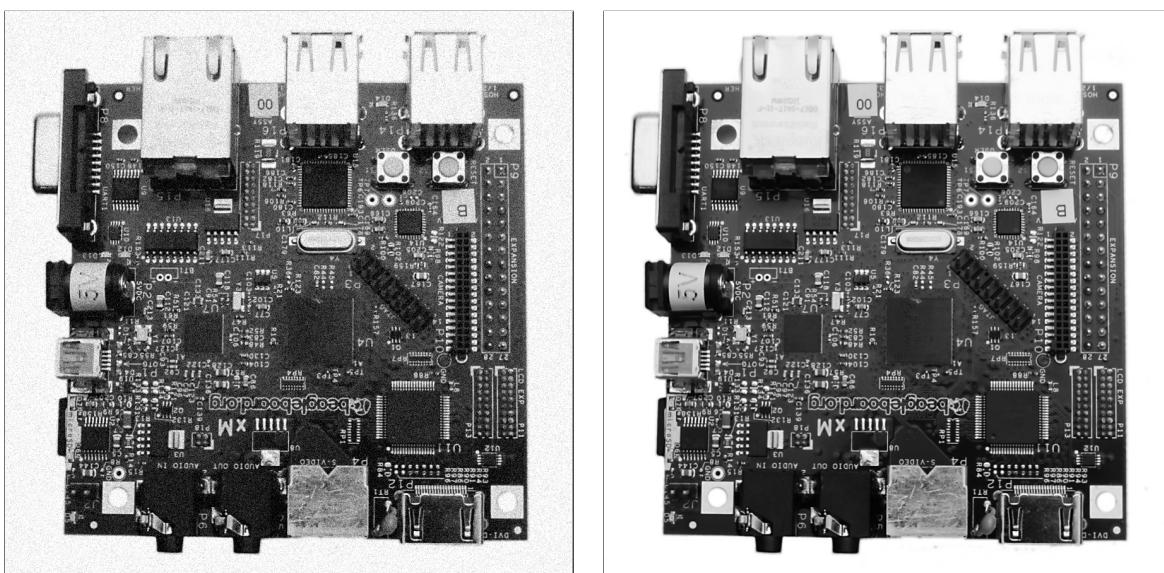
اعمال فیلتر گاووسی

[△] <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/images/sta2noi1.gif>

۲.۲ اثر میانگین و میانه

پرسش: اثر دو فیلتر میانه و میانگین را بر نویزهای گاووسی، نمکفلفلی و یکنواخت مقایسه کنید. برای این کار تصویری را هر بار با یکی از نویزها آغشته کرده و سپس هر دو فیلتر را اعمال کنید. کدامیک در حذف نویز گاووسی بهتر عمل می‌کنند؟ چرا؟

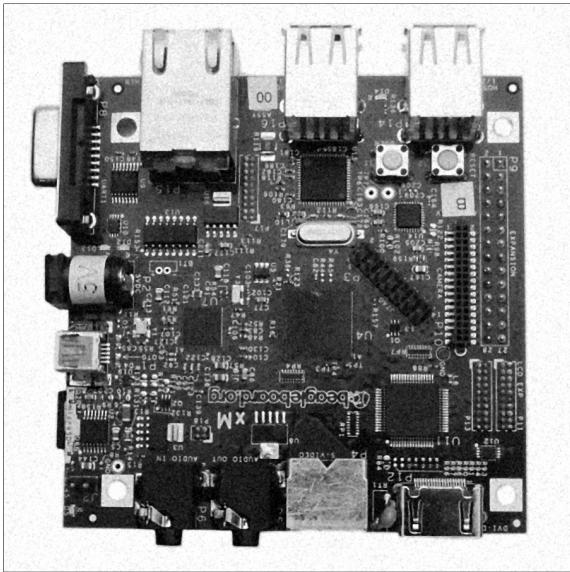
پاسخ: میانگین بهتر نویز گاووسی را حذف می‌کند. چون خود نویز گاووسی شبیه نوعی میانگین وزن دار است. نتایج به این شکل است:



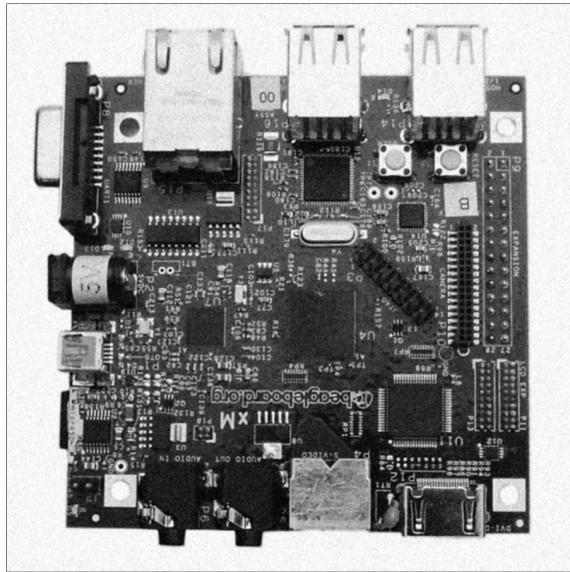
اعمال نویز گاووسی

شکل ۵^۶

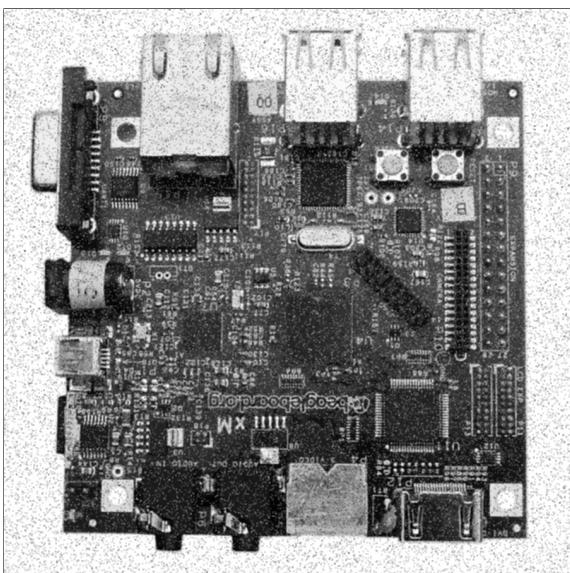
⁶ http://www.liquidware.com/system/0000/3815/BeagleBoard_xM_Top.jpg



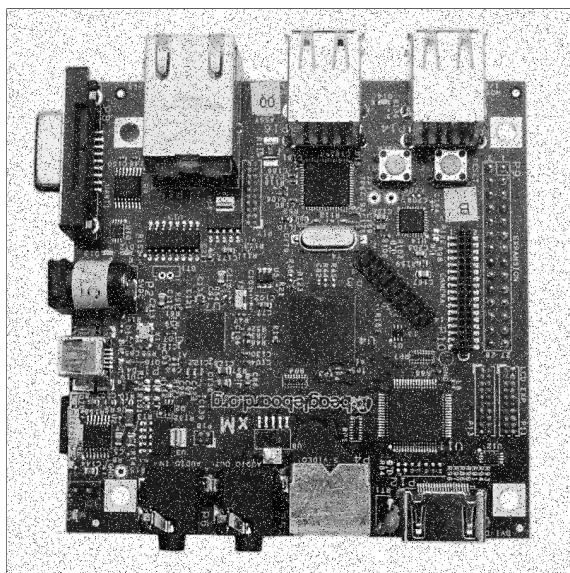
اعمال فیلتر میانه



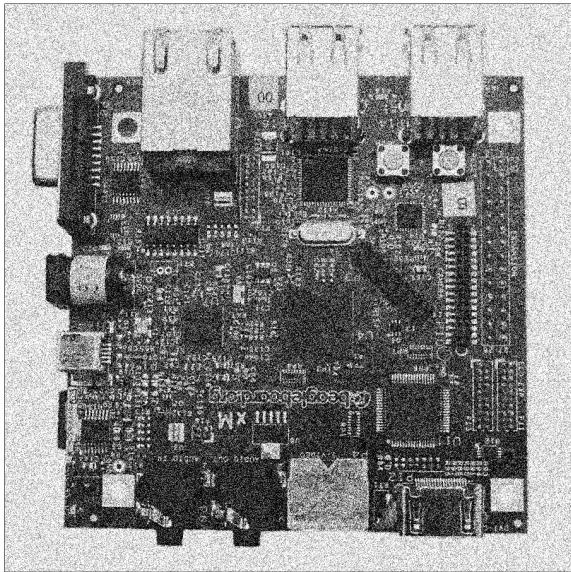
اعمال فیلتر میانگین



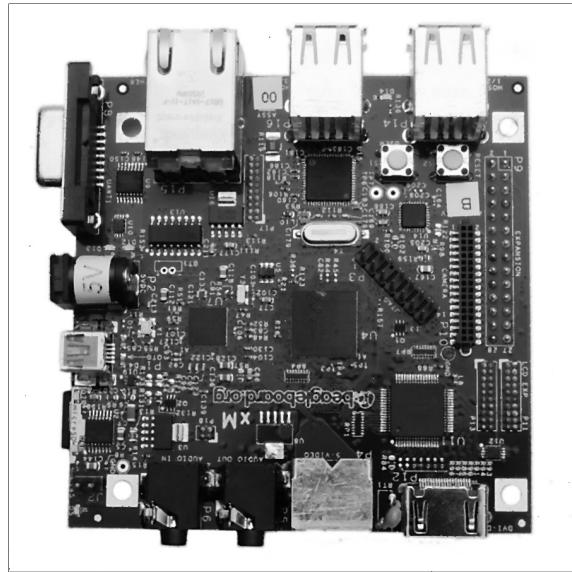
اعمال فیلتر میانگین



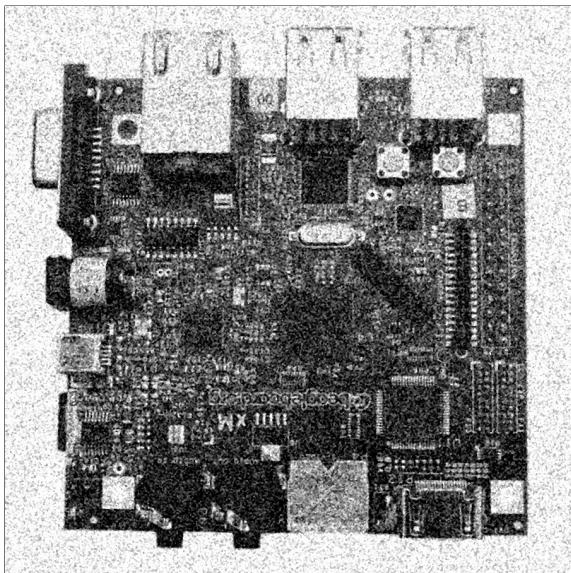
اعمال نویز نمک فلفلی



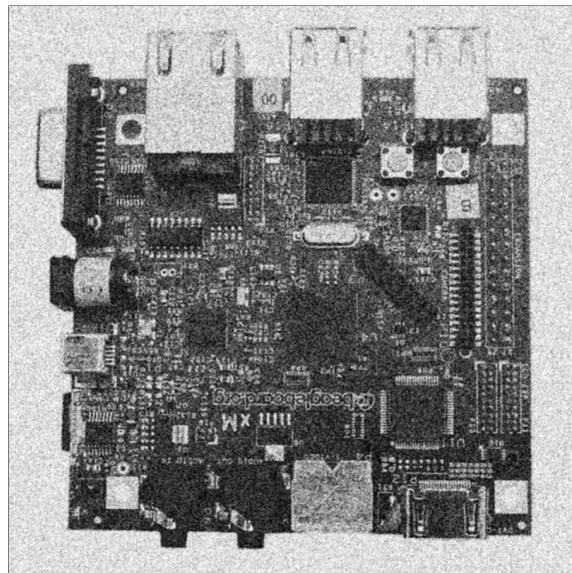
اعمال نویز یکنواخت



اعمال فیلتر میانه



اعمال فیلتر میانه



اعمال فیلتر میانگین

۳.۲ سرعت اجرا

پرسش: سرعت اجرای کدام فیلتر بهتر است؟

پاسخ: سرعت گاووسی و میانگین برابر و سرعت میانه به طرز چشم‌گیری تفاوت داشت. تفاوت نتیجه قابل قبول است (تصویر Full HD):



اعمال نویز نمک فلفلی



اعمال فیلتر میانگین



اعمال فیلتر گاوی



اعمال فیلتر میانه

۴.۲ تاثیر اندازه پنجره

پرسش: اندازه پنجره فیلتر چه تاثیری دارد؟

پاسخ: نتایج در ضمیمه‌ی گزارش آورده شده‌است. پنجره بزرگ‌تر در گاوی و میانگین تصویر را مات‌تر می‌کند و در میانه باعث از بین رفتن برخی جزئیات می‌شود.