

حذف نویز با استفاده از ضرایب زیر تصویر تقریب در بسته‌های ویولت

زهرا وهابی^(۱) - فرشاد الماس‌گنج^(۲)

(۱) کارشناسی ارشد - دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(۲) استادیار - دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تاریخ پذیرش: پاییز ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: زمستان ۱۳۸۹

خلاصه: در این تحقیق فیلتر جدیدی برای بهینه‌سازی تصویر در حوزه‌ی زمان فرکانس ارائه می‌شود. آستانه‌گذاری سخت و نرم^۱ از قدیمی‌ترین و معمول‌ترین روش‌ها در کاهش نویز می‌باشند. براساس این روش‌ها، با اعمال تبدیل‌های گوناگون بر سیگنال، ضرایب کوچک دنباله‌ها متعلق به نویز فرض شده و حذف می‌گردد. سپس از ضرایب باقیمانده، تصویر بازسازی می‌شود. در مطالعات اخیر، استفاده از ویولت به عنوان تبدیلی در حوزه‌ی زمان-فرکانس، برای محاسبه‌ی ضرایب و حذف نویز مطرح شده است. برخی از ضرایب این تبدیل نسبت به نویز تاثیر کمتری پذیرفته و کارایی آنها به عنوان مبنایی برای تخمین تصویر اصلی، به کمک دیگر زیر تصاویر، نشان داده شده است. در این مقاله ایده‌ی استفاده از زیر تصویر تخمین تبدیل ویولت، به زیر تصاویر حاصل از تبدیل بسته‌های ویولت تعمیم داده شده است. به این ترتیب، با حذف برخی از ضرایب تبدیل ویولت، بر اساس تصویر تقریب حاصل از تبدیل بسته‌های ویولت دو بعدی، می‌توان تصویر بهتری به دست آورد. در واقع برای ایجاد تصویر اصلی، از زیر تصاویر با نویز کمتر استفاده می‌کنیم. در مقایسه با روش‌های متداول آستانه‌گذاری سخت و نرم، روش پیشنهادی عملکرد بهتری نشان می‌دهد. هم‌چنین، از محاسن دیگر این روش امکان فشرده‌سازی تصویر به حجمی برابر یک چهارم تصویر اصلی، به همراه سه پارامتر اسکالر می‌باشد، که برای کاربردهایی از قبیل مخابراتی یا ذخیره‌سازی بسیار مفید است. افزایش کنتراست تصاویر به میزان قابل توجه، از مزایای دیگر این روش می‌باشد. روش پیشنهادی بر روی ۱۰۰ تصویر از پایگاه داده LIVE آزمایش گردید. روش آستانه‌گذاری نرم حدود 1.12% نسبت به روش آستانه‌گذاری سخت، روش POAC حدود 1.94% نسبت به آستانه‌گذاری نرم و روش POAC با بسته‌های ویولت حدود 1.48% نسبت به روش POAC بهتر عمل می‌کند. با روش پیشنهادی بسته‌های ویولت به صورت میانگین حدود 2.17% افزایش PSNR خواهیم داشت.

کلمات کلیدی: حذف نویز - بسته‌های ویولت - زیر تصویر تقریب - بهینه‌سازی.

۱- مقدمه

سیگنال در حوزه مکان-فرکانس فراهم شده است. ضرایب کوچک ویولت، مرتبط با نویز و ضرایب بزرگتر، ویژگی‌های سیگنال را نشان می‌دهد. انتخاب آستانه برای تمایز میان ضرایب حائز اهمیت است، چون با توجه به آن ویژگی‌های اصلی تصویر حفظ می‌شود [۱-۲]. در واقع روش آستانه‌گذاری بر ضرایب ویولت، از روش‌های سودمند حذف نویز و بهبود تصاویر است [۳-۷]. در این روش غیرخطی، مقداری به عنوان آستانه در نظر گرفته می‌شود و ضرایب تجزیه ویولت با آن مقایسه می‌گردد. چنانچه ضریب مورد نظر از آستانه کوچکتر باشد به عنوان نویز تلقی شده و حذف می‌شود. در غیر این صورت تغییرات لازم روی آن صورت می‌پذیرد.

بهبود کیفیت تصویر از مسائل اصلی در کاربردهایی است که در آنها از پردازش تصویر استفاده شده است. هر یک از مراحل پردازش تصویر مانند ذخیره کردن، فشرده‌سازی و حتی بهینه‌سازی تصویر می‌تواند با اغتشاش همراه باشد [۱،۲]. هنگام کار با تصویر، همانند سیگنال‌های تک بعدی امکان تاثیر نویز در سیگنال وجود دارد. باید راهی اندیشید تا بتوان این سیگنال مزاحم را از تصویر جدا کرد. آستانه‌گذاری نرم و سخت از روش‌های معمول برای حذف نویز به شمار می‌رود [۱۰-۱۱]. در چند سال اخیر این روش‌ها همراه با آنالیز ویولت استفاده می‌شود. در تبدیل ویولت امکان آنالیز

۲- تبدیل ویولت و حذف نویز تصاویر

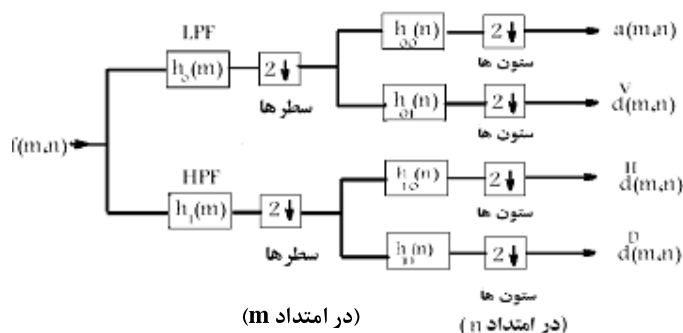
تبدیل ویولت در واقع یک آنالیز چند قسمتی است که در آن از یک فیلتر بانک ۴ کاناله استفاده می‌شود [۷]. فیلترهای متعامد یک بعدی می‌توانند به عنوان فیلترهای تفکیک‌پذیر دوبعدی برای پردازش تصویر به کار روند. همان‌طور که در شکل (۱) دیده می‌شود، فیلترهای تفکیک‌پذیر ابتدا به یک بعد (مثلاً عمودی) و سپس به بعد دیگر (افقی) اعمال می‌شوند.

علاوه بر این فرو-نمونه برداری^۲ در دو مرحله انجام می‌گیرد.

تحقیقات بسیاری برای انتخاب آستانه انجام شده است که تعداد اندکی از آنها مربوط به سیگنال‌های دوبعدی است. البته این روش معایبی نیز دارد: ۱- این روش کاملاً وابسته به نوع آستانه‌گذاری است (آستانه‌گذاری نرم، سخت، ...).

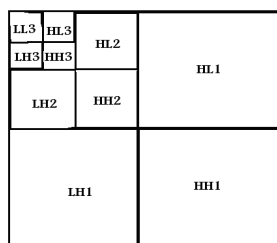
۲- تخمین میزان آستانه به عنوان مهمترین پارامتر، اهمیت بالایی دارد. ۳- در هر سطح از بازبایی، میزان آستانه متناسب با آن سطح تغییر می‌کند.

۴- در مقیاس‌های مختلف، توزیع نویز و سیگنال مشابه نیستند و اعمال یک سطح آستانه ثابت می‌تواند اطلاعات مفید را از بین ببرد، یا نویز را در حد مطلوب حذف نکند [۱۱].



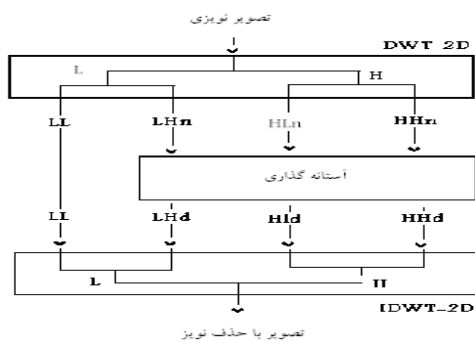
شکل (۱): نمودار تبدیل ویولت دوبعدی [۱۴]

Fig. 1: 2-D Wavelet transform diagram



LL: ضرایب تصویر تقریب، LH: ضرایب جزئیات عمودی
HL: ضرایب جزئیات افقی، HH: ضرایب جزئیات قطری
شکل (۲): زیر تصاویر حاصل از تبدیل ویولت [۱۴]

Fig. 2: Subimage of wavelet transform

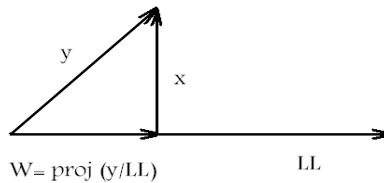


شکل (۳): روش آستانه‌گذاری [۴]

Fig. 3: Thresholding method

خروجی‌های حاصل که در شکل با $a(m,n)$ ، $d^v(m,n)$ ، $d^h(m,n)$ و $d^d(m,n)$ نمایش داده شده‌اند، به ترتیب با عنوان تقریب، جزئیات عمودی، جزئیات افقی و جزئیات قطری باندهای جزئی تصویر ورودی نامیده می‌شود. این باندهای جزئی می‌توانند به چهار باند جزئی کوچک‌تر تبدیل گردند که آنها نیز خود می‌توانند تقسیم گردند. در بسته‌های ویولت، رزولوشن فرکانس‌های پایین به فرکانس‌های بالا تعمیم داده می‌شود و زیر تصاویر حاوی جزئیات نیز می‌توانند خود به زیر تصاویر دیگر تقسیم شوند. به همین دلیل این تبدیل را تبدیل ویولت تطبیقی نیز می‌نامند، چون بنا به کاربردهای مختلف، جهت و میزان پیشروی شاخه‌ها قابل تنظیم می‌باشد. البته در عین ایجاد درجات آزادی بیشتر و قدرت مانور در انتخاب شاخه‌ها، بنابر نوع کاربرد، افزایش پیچیدگی محاسبات، بهایی است که در مقابل کارایی بالاتر این تبدیل می‌پردازیم [۱۲، ۱۳].

برای حذف نویز از یک تصویر، ابتدا از تصویر نویزی، تبدیل ویولت گسسته‌ی دوبعدی می‌گیریم. سپس با فرض وجود عناصر فرکانس بالا برای نویز و تاثیر کمتر نویز بر قسمت تقریب ۳ تبدیل، به روش آستانه‌گذاری نویز سه زیر تصویر دیگر را حذف می‌کنیم. تصاویر حاصل همراه با بخش تقریب از تصویر، برای محاسبه‌ی معکوس تبدیل ویولت به کاررفته و تصویر با نویز کمتر بازسازی می‌شود [۲، ۳].



شکل (۵): ایده‌ی تعامد در تبدیل ویولت
Fig. 5: Orthogonality in wavelet transform

$$W = \frac{\text{trance}(LLy^T)}{\text{trance}(LLL^T)} \cdot LL \quad (۴)$$

$$S_{LH} = \frac{\text{trance}(LL LH^T)}{\text{trance}(LL LL^T)} \quad (۱-۵)$$

$$S_{HL} = \frac{\text{trance}(LL HL^T)}{\text{trance}(LL LL^T)} \quad (۲-۵)$$

$$S_{HH} = \frac{\text{trance}(LL HH^T)}{\text{trance}(LL LL^T)} \quad (۳-۵)$$

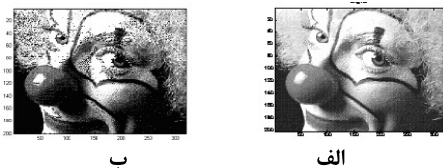
$$W = S_{LH} LL \quad (۱-۶)$$

$$W = S_{HL} LL \quad (۲-۶)$$

$$W = S_{HH} LL \quad (۳-۶)$$

در محاسبات فوق در واقع همبستگی سه زیرتصویر و تصویر تقریب به دست می‌آید. چون تصویر تقریب نویز کمتری دارد، این ضرایب معرف ویژگی‌های اصلی موجود در زیر تصاویر، با نویز کم هستند، که با نسبت دادن به همبستگی زیرتصویر تقریب با خودش نرمالیزه شده‌اند. نتیجه‌ی ضرب این پارامتر در ماتریس زیر تصویر تقریب، تصویری با نویز کم، شامل ویژگی‌های زیر تصویر تقریب و زیر تصویر دوم به کار رفته است. این تصاویر در عین وابستگی به تصویر تقریب، از نویز مستقل هستند. از سه زیر تصویر به دست آمده و تصویر تقریب اصلی، توسط تبدیل ویولت معکوس، تصویر بدون نویز بازسازی می‌شود. تصویر تقریب، کمتر از بقیه زیر تصاویر تحت تاثیر نویز قرار می‌گیرد. پس نه تنها در تخمین تصویر بدون نویز به کار می‌رود بلکه می‌توان این تصویر را همراه با سه ضریب، به عنوان وضعیتی فشرده شده از تصویر اولیه محسوب کرد، که خود تاییدی بر کارایی روش POAC در کاهش نویز و امکان حذف ضرایب با اهمیت کمتر است [۱۱].

برای آزمایش الگوریتم پیشنهادشده، ابتدا تصویر اولیه را به فرم Bitmap تبدیل می‌کنیم [۱۲].



شکل (۶): (الف) تصویر اصلی و (ب) تصویر در فرم Bitmap
Fig. 6: Original image(right), bitmap form(left)

سپس به تصویر حاصل نویز سفید گوسی با میانگین صفر و انحراف معیار 0.01 اضافه می‌کنیم.

الگوریتم حذف نویز به روش آستانه‌گذاری به صورت زیر است:

(۱) ابتدا تبدیل ویولت تصویر را به دست آورده و ضرایب را برحسب افزایش فرکانس مرتب می‌کنیم. آستانه نویز، از ضرایب فرکانس بالا محاسبه می‌شود.

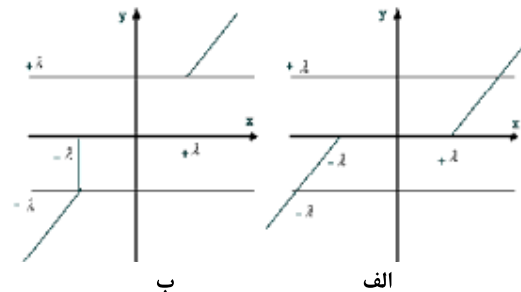
(۲) از قدرمطلق ضرایب فرکانس بالا، انحراف مطلق میانگین به دست می‌آید. رابطه‌ی زیر این تساوی را نشان می‌دهد.

$$\delta_{\text{mad}} = \frac{\text{median}(|c_{nj}|)}{0.6745} \quad (۱)$$

c_{nj} ، هر یک از سه زیر تصاویر نویزی حاصل از تبدیل ویولت در مرحله‌ی i ام است. فاکتور 0.6745، δ_{mad} را به عنوان معیاری برای انحراف استاندارد نویز سفید گوسی تبدیل می‌کند [۵،۸،۹].

(۱) با توجه به مطالعات I.M. Johnstone و D.L. Donoho، آستانه را به کمک فرمول $\lambda = \delta_{\text{mad}} * \sqrt{2 * \log(N)}$ محاسبه می‌کنیم که در آن N تعداد پیکسل زیر تصویر مربوطه است [۳].

(۲) سپس برحسب نوع آستانه‌گذاری، آستانه بر ضرایب اعمال می‌شود. دو نوع آستانه گذاری در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد. در آستانه‌گذاری سخت، ضرایب کوچکتر از مقدار آستانه برابر صفر و ضرایب بزرگتر بدون تغییر باقی می‌ماند. در آستانه‌گذاری نرم نیز ضرایب کوچکتر از مقدار آستانه را، برابر صفر و ضرایب بزرگتر را نیز به صفر نزدیک می‌کنیم، در واقع مقدار آستانه از ضرایب کاسته می‌شود [۳-۱].



شکل (۴): روش آستانه گذاری نرم (الف) و آستانه گذاری سخت (ب).
Fig. 4: Soft thresholding (right), hard thresholding (left)

۳- طراحی براساس ضرایب تقریب

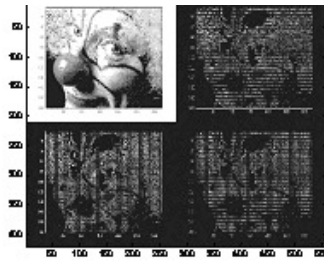
کاربرد ضرایب تقریب در POAC بر اساس خاصیت تعامد عمل می‌کند. تصویری را همراه با نویز سفید گوسی در نظر بگیرید.

$$In = I + n \quad (۲)$$

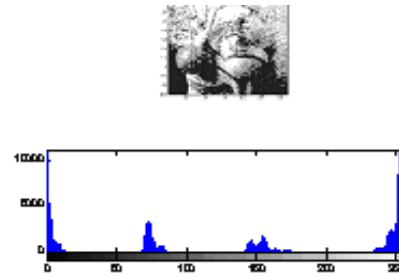
n نویز گوسی سفید، In تصویر نویزی و I تصویر بدون نویز است. پس از محاسبه‌ی تبدیل ویولت متعامد از عبارت فوق داریم:

$$y = w + n \quad (۳)$$

y ضرایب ویولت تصویر نویزی، w ضرایب صحیح و n ، ضرایب نویز سفید گوسی هستند. برای یافتن تصویر بدون نویز، تشابه سه زیر تصویر و تصویر تقریب را به دست می‌آوریم. به بیان دیگر شبیه ضرب داخلی دو بردار عمل می‌کنیم. با یافتن این ضرایب، زیر تصاویر جدید را با تساوی‌های زیر می‌سازیم [۱۱].



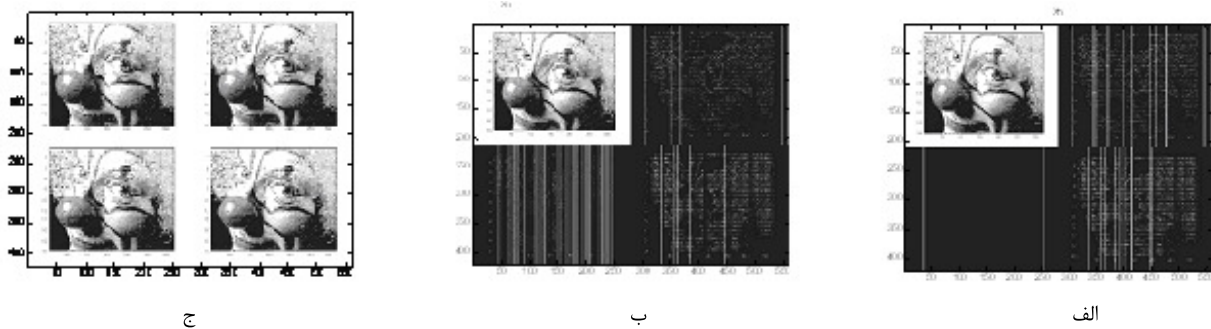
شکل (۸): زیرتصاویر حاصل از تبدیل ویولت تصویر نویزی
Fig. 8: Wavelet transform on noisy image



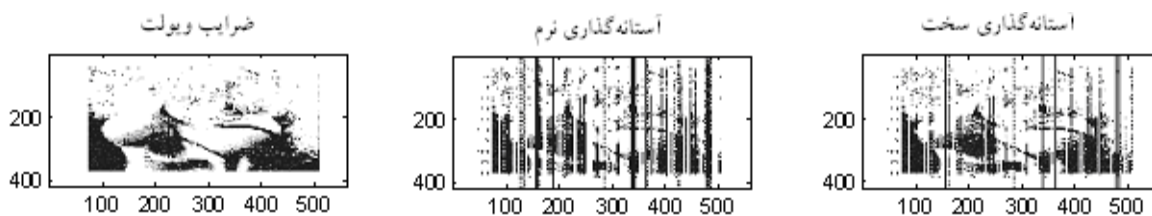
شکل (۷): تصویر نویزی و هیستوگرام آن
Fig. 7: Noisy image and its histogram

نتایج در شکل (۹) دیده می‌شود. همانطور که تصویر (۱۰) نشان می‌دهد، آستانه‌گذاری نرم نسبت به آستانه‌گذاری سخت نتایج بهتری دارد. البته به وضوح روش POAC نسبت به روش‌های قبلی تصویر بهینه‌ای ایجاد کرده است. در این روش علاوه بر خاصیت تعامد تبدیل ویولت، تاثیر کمتر نویز بر زیر تصویر تخمین استفاده می‌شود. اگر بتوانیم زیر تصاویر با نویز کمتر، ایجاد کنیم و سپس الگوریتم را اجرا نماییم حذف نویز قویتری خواهیم داشت. ایده به کار رفته استفاده از بسته‌های ویولت است. به این مفهوم که ابتدا از تصویر نویزی تبدیل ویولت می‌گیریم و این تبدیل را بر همه‌ی زیر تصاویر اعمال می‌کنیم. در این حالت برای هر زیر تصویر از تصویر اصلی، ۴ زیر تصویر مجزا ایجاد کرده‌ایم. زیر تصاویر اولیه را از زیر تصاویر مربوط به خودشان با الگوریتم POAC بازیابی می‌کنیم، در این صورت رزولوشن تبدیل ویولت در فرکانس پایین (تصویر تقریب) به فرکانس‌های بالا (سه زیر تصویر دیگر) تعمیم داده می‌شود. بنابراین زیر تصاویری برای تصویر اصلی ایجاد کرده‌ایم که نویز پایین‌تری دارند و امکان بازسازی تصویر اصلی با نویز پایین‌تر را فراهم می‌کنند.

تبدیل ویولت تصویر Bitmap همراه با نویز را به دست می‌آوریم. حال ۱ مقدار آستانه‌ی تصاویر را به دست آورده و بر زیر تصاویر با دو روش آستانه‌گذاری سخت و نرم اعمال می‌کنیم. تصویر اصلی را به کمک معکوس تبدیل ویولت از سه زیر تصویر حاصل و تصویر تخمین به دست می‌آوریم. در مرحله‌ی بعد روش POAC را پیاده می‌کنیم، به این معنا که پارامترهای سه زیر تصویر محاسبه می‌شود و زیر تصاویری جدید، از حاصل ضرب این ضرایب و تصویر تقریب ایجاد می‌گردد، سپس تبدیل ویولت معکوس می‌گیریم. به این ترتیب تصویر اصلی را بازیابی می‌کنیم.

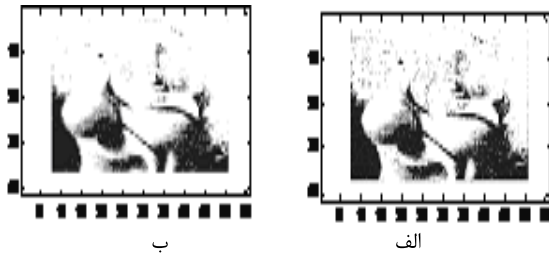


شکل (۹): (الف) زیر تصاویر تبدیل ویولت پس از اعمال روش آستانه‌گذاری سخت، (ب) نرم و (ج) روش POAC
Fig. 9: Hard thresholding(right), soft thresholding(mid) and POAC(left) on wavelet transform



شکل (۱۰): نتایج بازسازی تصویر از سه روش.
Fig. 10: Reconstructed image of hard(right), soft(mid) and POAC(left)

در ادامه نتیجه‌ی نهایی حاصل از دو الگوریتم دیده می‌شود. تصویر اول نتیجه‌ی استفاده از بسته‌های ویولت و تصویر دوم از ویولت عادی به دست آمده است.



شکل (۱۳): (الف) حذف نویز از تصویر به کمک ضرایب تخمین در ویولت گسسته و (ب) بسته‌های ویولت

Fig. 13: Image denoising via wavelet transform (right), and wavelet packet (left)

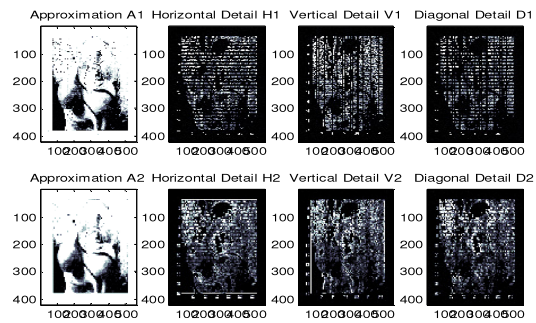
برای تخمین کارایی روشها، معیار نسبت سیگنال به نویز را در نظر می‌گیریم. این مقدار، نسبتی از توان سیگنال به توان نویز تصویر است. به دلیل محدودی بالای دینامیکی اغلب سیگنال‌ها، از لگاریتم این عبارت، بر حسب دسی بل استفاده می‌شود. معیار PSNR (Peak Signal-To-Noise Ratio) مبین کیفیت بازسازی است. برای تعریف این پارامتر میانگین مربعات خطا برای دو تصویر I و I_d با ابعاد $NR * NC$ (ستون وسط) به صورت زیر بیان می‌شود [۱۳].

$$MSE = \frac{1}{NR * NC} \sum_{nr=0}^{NR-1} \sum_{nc=0}^{NC-1} \|I(nr, nc) - I_d(nr, nc)\|^2 \quad (7)$$

$$PSNR = 20 * \log_{10} \left(\frac{MAX}{MSE} \right) \quad (8)$$

نمونه‌ای از افزایش کنتراست، حذف نویز در تصاویر زیر دیده می‌شود. روش‌های مورد آزمایش، بر روی تصاویری از پایگاه داده‌ی LIVE اعمال شده است. این پایگاه داده از بزرگترین مجموعه تصاویر مغشوش شامل ۹۸۲ تصویر به فرم JPEG با ۲۹ تصویر مرجع متاثر از ۵ نوع اغتشاش در ۷-۵ سطح است [۱۶]. تصاویر MATLAB با نام‌های اصلی، در جدول زیر آورده شده و در این برنامه قابل دسترسی هستند. در این مقاله روش آستانه‌گذاری نرم حدود ۱.۱۲٪ نسبت به روش آستانه‌گذاری سخت، روش POAC حدود ۱.۹۴٪ نسبت به آستانه‌گذاری نرم، روش POAC با بسته‌های ویولت حدود ۱.۴۸٪ نسبت به روش POAC بهتر عمل می‌کند. با روش پیشنهادی بسته‌های ویولت به صورت میانگین حدود ۲.۱۷٪ افزایش PSNR خواهیم داشت.

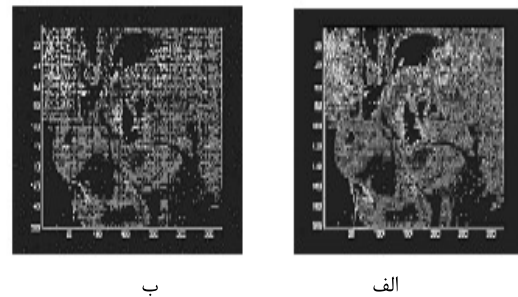
شکل (۱۱)، نمونه‌ای از انجام دو مرحله تبدیل ویولت را برای تصویر تخمین، نشان می‌دهد.



شکل (۱۱): اعمال دو مرحله تبدیل ویولت روی تصاویر و تقسیم دوباره‌ی زیر تصویر تقریب

Fig. 11: 2 level wavelet transform

از مقایسه‌ی دو زیر تصویر تخمین، کاهش نویز به کمک تبدیل ویولت ملاحظه می‌گردد. میزان پیشروی در شاخه‌ها و تکرار این روش وابسته به میزان نوع نویز، دقت مورد نیاز در تصویر و نوع تصویر می‌باشد. در شکل زیر، تصویر سمت چپ، اختلاف تصویر بازسازی شده از روش POAC و تصویر نویزی است. همچنین تصویر سمت راست، اختلاف تصویر بازسازی شده با استفاده از روش POAC با بسته‌های ویولت و تصویر نویزی است. پیشروی در شاخه‌های تبدیل ویولت همراه با حذف نویز، تصویر را نرمتر می‌کند. بنابراین امکان استفاده از معیار آنتروپی و خصوصیات تصویر، در تعیین میزان مناسب افزایش مراحل تجزیه‌ی ویولت حائز اهمیت است.



شکل (۱۲): (الف) تفاضل تصویر بازسازی شده از روش POAC via wavelet-packet و (ب) تصویر نویزی و تفاضل تصویر بازسازی‌شده به روش POAC و تصویر نویزی

Fig. 12: Decreasing reconstructed POAC via waveletpacket of noisy image (right), decreasing reconstructed POAC of noisy image (left)



شکل (۱۴): تصاویر ردیف اول مربوط به پایگاه داده و و تصاویر ردیف دوم نتایج به دست آمده از الگوریتم می باشد.

Fig. 14: Original images (up), result of algorithm (down).

Table (1): SNR in MATLAB images and denoised version with different methods

جدول (۱): میزان نسبت سیگنال به نویز در تصاویر نویزی شده‌ی برنامه MATLAB و نتیجه‌ی روش‌های مختلف حذف نویز

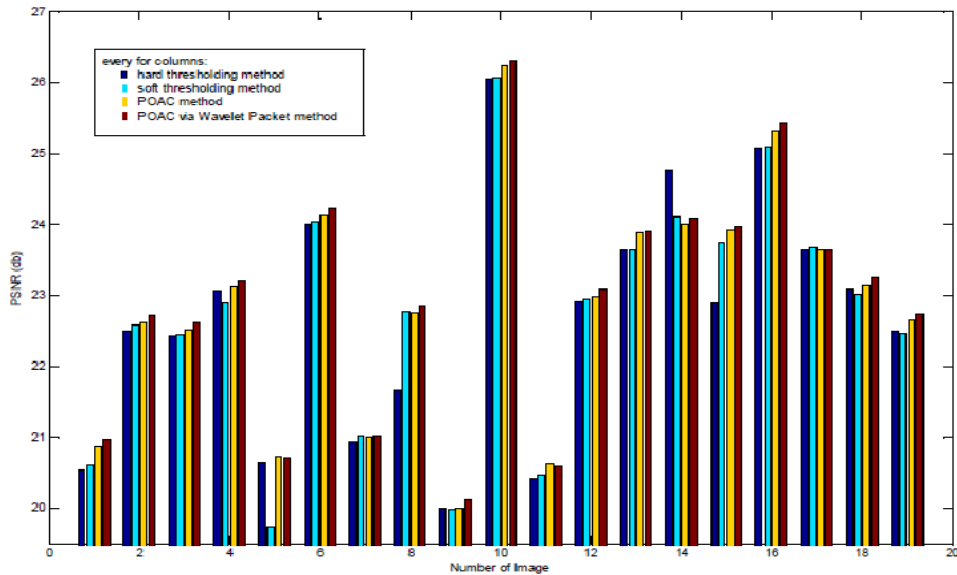
	HT	ST	POAC	POAC via Wavelet Packet
Clown	13.923	13.9231	13.9301	14.123
Cameraman	14.0727	14.0728	14.0737	14.2739
Cell	14.1466	14.1466	14.1566	14.178
Circuit	14.0141	14.0143	14.0144	14.0256
Forest	14.16	14.162	14.165	14.1732
Trees	13.8995	13.8999	13.9194	13.9282
M83	14.1077	14.1076	14.1276	14.2277

Table (2): SNR in LIVE dataset images and denoised version with different methods
 جدول (۲): میزان نسبت سیگنال به نویز در تصاویر نویزی شده‌ی پایگاه داده‌ی LIVE و نتیجه‌ی روش‌های مختلف حذف نویز

Images	HT	ST	POAC	POAC via WaveletPacket	Wiener Filter with POAC via WaveletPacket	
Image 1	20.5411	20.6112	20.8712	20.9709	20.9711	
Image 2	23.5023	22.5834	22.6134	22.7187	22.7188	
Image 3	22.4243	22.4409	22.5156	22.6162	22.7023	
Image 4	23.0754	22.9087	23.1178	23.2113	23.2498	
Image 5	20.6445	19.7365	20.7187	20.7148	20.7561	
Image 6	24.0045	24.0443	24.1369	24.2339	24.3168	
Image 7	20.9367	21.0223	21.0208	21.0237	20.8793	
Image 8	21.6789	22.7645	22.7587	22.8426	22.8536	
Image 9	20.0109	19.9867	20.0076	20.1229	20.1093	
Image 10	26.0387	26.0689	26.2354	26.3038	26.3993	
Image 11	20.4165	20.4808	20.6232	20.6038	20.6632	
Image 12	22.9143	22.9574	22.9812	23.0834	23.1214	
Image 13	23.6421	23.6514	23.8712	23.9056	23.9771	
Image 14	24.7612	24.1058	24.0034	24.0878	24.1134	
Image 15	22.9025	23.7408	23.9256	23.9590	24.0812	
Image 16	25.0658	25.0985	25.3178	25.4209	25.4671	
Image 17	23.6480	23.6753	23.6490	23.6487	23.6278	
Image 18	23.0796	23.0112	23.1509	23.2565	23.2752	
Image 19	22.5052	22.4645	22.65876	22.7343	22.8002	
Image 20	21.5467	21.5502	21.5571	21.5601	21.5823	
Average		22.6170	22.6452	22.7867	22.8509	22.8833

Plot (1): Comparing SNR in different denoising methods

نمودار (۱): مقایسه‌ی نسبت سیگنال به نویز تصاویر با الگوریتم‌های متفاوت در حذف نویز



بحث و نتیجه گیری

دلیل تحقیقات زیادی برای یافتن روشی مطمئن‌تر در کاهش نویز ادامه دارد از روش‌های معمول و پرکاربرد می‌توان آستانه‌گذاری را نام برد که در آن، براساس انتخاب معیاری به عنوان آستانه، ضرایب کوچک‌تر به دست آمده از تبدیل اعمال شده روی سیگنال، به عنوان نویز محسوب شده، حذف می‌گردد و تصویر از ضرایب باقی مانده به دست می‌آید.

در این تحقیق روش جدیدی برای حذف نویز تصویر ارائه شده است. حذف نویز از موضوعات مطرح در پردازش سیگنال‌های تک‌بعدی و دو بعدی است. استخراج اطلاعات، انجام پردازش‌های مختلف بر روی سیگنال‌ها و میزان اطمینان به نتایج بسیار حائز اهمیت است به همین

روش‌های معمول آستانه‌گذاری نرم و سخت نشان می‌دهد. این روش تعمیمی از الگوریتم جدید POAC است و نسبت به آن بهتر عمل می‌کند. تنها با ذخیره‌سازی زیر تصویر تقریب با حجم یک چهارم تصویر اصلی و ضرایب مربوط به سه زیر تصویر دیگر تصویر اصلی، قابل بازیابی است. همچنین این روش در فشرده‌سازی و افزایش کنتراست تصویر نیز قابل استفاده است. روش آستانه‌گذاری نرم حدود 1.12% نسبت به روش آستانه‌گذاری سخت، روش POAC حدود 1.94% نسبت به آستانه‌گذاری نرم، روش POAC با بسته‌های ویولت حدود 1.48% نسبت به روش POAC بهتر عمل می‌کند. با روش پیشنهادی بسته‌های ویولت به صورت میانگین حدود 2.17% افزایش PSNR خواهیم داشت.

پی‌نوشت:

- 1- Hard & Soft Thresholding
- 2- Decimation
- 3- Approximation
- 4- Projection Onto Approximation Coefficients

روش برخورد با ضرایب بزرگ‌تر، نوع آستانه‌گذاری را تعیین می‌کند. انتخاب نوع آستانه‌گذاری و مقدار آستانه در شرایط مختلف از اشکالات اصلی این روش است. مطالعات جدید، استفاده از تبدیل ویولت را پیشنهاد می‌کند. چنانچه در تحقیقات اخیر به کمک زیر تصویر تقریب که نسبت به نویز مقاوم‌تر است و ضرایب معرف سه زیر تصویر دیگر حاصل از تبدیل ویولت تصویر اصلی، نویز حذف می‌شود. در واقع اطلاعات سه زیر تصویر با پارامترهای اسکالر معرف آن و اطلاعات اصلی برای بازسازی اسکلت تصویر، از زیر تصویر تقریب به دست می‌آید. در این مقاله، برای کاهش نویز، تصویر تقریب نیز به زیر تصاویر خود تقسیم شده و با استفاده از ضرایب به دست آمده بازیابی می‌گردد. بنا به نوع کاربرد و میزان دقت لازم می‌توان تبدیل ویولت را در هر یک از زیر تصاویر با توجه به نوع اطلاعات موردنیاز در استخراج ویژگی ادامه داد. در مقایسه با روش‌های متداول آستانه‌گذاری سخت و نرم، روش پیشنهادی عملکرد بهتری نشان می‌دهد. برای بررسی نتایج، چهار روش بر روی تصاویر برنامه MATLAB و ۱۰۰ تصویر از پایگاه داده LIVE اعمال گردید. مقایسه روش‌ها با معیار سیگنال به نویز مطرح شده است. نتایج شهودی و محاسباتی کارایی بهتر روش کاهش نویز براساس ضرایب زیر تصویر تخمین به کمک بسته‌های ویولت را نسبت به

مراجع

- [1] M. Yuen, H.R. Wu, "A survey of hybrid MC/DPCM/DCT video coding distortion", *Signal Processing*, Vol.70, pp.247-8, Oct. 1998.
- [2] IYU Recommendation P.930, "Principles of reference impairment system for video," 1996.
- [3] D.L. Donoho, "De-noising by soft-thresholding", *IEEE Trans. Inform. Theory*, Vol.41, No.3, pp.613-627, 1995.
- [4] C.D.L. Donoho, I.M. Johnstone, "Adapting to unknown smoothness via wavelet shrinkage", *J. of the American Stati. Assoc.*, Vol.90, No.432, pp.1200-1224, 1995.
- [5] C.D.L. Donoho, I.M. Johnstone, "Ideal spatial adaptation by wavelet shrinkage", *Biometrika*, Vol.81, pp.425-455, 1994.
- [6] I. Daubechies, "Ten lectures on wavelets", *SIAM*, Philadelphia, PA. 1992.
- [7] I. Daubechies, "Different perspectives on wavelet", *In Proc. of Symp. in App. Math.*, Vol.47, American Mathematical Society, USA, 1993.
- [8] S. Mallat, "A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation", *IEEE Trans. Patt. Anol. Mach. Intel.*, Vol.11, pp.674-693, July 1989.
- [9] X.P. Zang, "Thresholding neural network for adaptive noise reduction", *IEEE Trans. on Neu. Net.*, Vol.12, No.3, pp.567-584, 2001.
- [10] M. Mastriani, y.A. Giraldez, "Fuzzy thresholding in wavelet domain for speckle reduction in Synthetic Aperture Radar images", *ICGST Inte. on J. of Arti. Inte. and Mach. Lear.*, Vol.5, 2005.
- [11] M. Mastriani, "New wavelet-based superresolution algrorytm for speckle reduction in SAR images", *Inter. J. of Comp. Sci.*, Vol.1, No.4. pp.291-298, 2006.
- [12] M. Malfait, D. Roose, "Wavelet-based image denoising using a Markov random field a priori model", *IEEE Trans. Ima. Proc.*, Vol.6, pp.549-565, Apr. 1997.
- [13] J.S. Lim, "Two-dimensional signal and image processing", Englewood Cliff, NJ, Prentice Hall, pp.548, 1990.
- [14] R.C. Gonzalez, "Digital image processing", Newjersi, prentice Hall, 2002.
- [15] A.K. Jain, "Fundamentals of digital image processing, englewood cliffs", New Jersey, 1998.
- [16] H.R. Sheikh, Z. Wang, L. Cormack, A.C. Bovik, LIVE Ima. Qua. Asse. Dtat. Rel. 2, 2005, <http://live.ece.utexas.edu/research/quality>.