

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات
گروه هوش مصنوعی

آشکار سازی و کاهش نویز تناوبی

منصور پاکدل

استاد راهنما:

دکتر حمید حسن پور

استاد مشاور:

دکتر مرتضی زاهدی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۱۳۹۰

دانشگاه صنعتی شاهرود
دانشکده: مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات
گروه: هوش مصنوعی

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای منصور پاکدل
تحت عنوان: آشکار سازی و کاهش نویز تناوبی

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۵ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه عالی مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	آقای دکتر مرتضی زاهدی		آقای دکتر حمید حسن پور

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی: علی دوست محمدی		نام و نام خانوادگی: آقای دکتر علی اکبر پویان
			نام و نام خانوادگی: آقای دکتر سیدعلی سلیمانی ایوری
			نام و نام خانوادگی:
			نام و نام خانوادگی:

تقدیم به

همسر عزیزم

که خوشبختی و آرامش را مدیون صفای باطنش هستم

و

تقدیم به:

غنچه‌های زیبای زندگی، محمد مسین و علی

که آرزویم و همه نیازم، خوب و پاک بودن آنان در لحظه لحظه زندگی و پیمودن صراط

انسانیت و تکامل آنان است.

تقدیر و تشکر :

بر خود لازم می دانم از بزرگوارانی که بی چشم داشت یاریگرم بوده اند خاضعانه سپاسگزاری کنم.

آنان که در جهت تحول درون فردی ام تأثیر گذار بوده اند:

از جناب آقای دکتر حمید حسن پور که با صبر ، شیکبایی و راهنمایی های ارزنده شان در طول تحصیل بنده را یاری فرموده اند.

همچنین از دوستان گرامی ام آقای دکتر محمداکرم انوری و آقای مهندس حسین دهقان کمال تشکر را دارم.

در پایان از حمایت های همدلانه و عاطفه سرشار خانواده مهربانم سپاسگزارم.

دانشجو تأیید می‌نماید که مطالب مندرج در این پایان‌نامه نتیجه تحقیقات خودش می‌باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده‌است.

کلیه حقوق مادی مرتب از نتایج مطالعات، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد.

بهمن ۱۳۹۰

چکیده

نویز تناوبی از جمله نویزهایی است که باعث تخریب تصویر شده و ارائه راه کاری مناسب جهت حذف آن ضروری است. اکثر محققان جهت حذف این نویز از حوزه فرکانس تصویر استفاده نموده اند که دلیل آن واضح بودن مولفه های نویز تناوبی در این حوزه می باشد. مشکلی که اکثر تکنیک های ارائه شده دارند این است که حاشیه های اطراف تصویر بعد از اعمال تکنیک حذف نویز همچنان به صورت نویزدار باقی می ماند و همینطور اگر نویز تناوبی دارای فرکانس کمی باشد تشخیص پارامترهای نویز در حوزه فرکانس بسیار مشکل خواهد بود و عملاً حذف آن ممکن نخواهد بود. مشکل دیگر تکنیک های بررسی شده تعیین پارامترهای اولیه هر تکنیک می باشد که نیاز به تجربه در این زمینه دارد.

در این پایان نامه، یک روش جدید جهت تشخیص خودکار نویز تناوبی توسط تکنیک همبستگی متقابل ارائه شده است و سیستم با دریافت تصویر توانائی تشخیص نوع نویز تناوبی را دارد. جهت حذف نویز تناوبی در حوزه فرکانس دو مرحله لازم است که مرحله اول تشخیص خودکار مولفه های نویز در این حوزه است که به صورت خودکار این مرحله در حوزه فرکانس انجام می گردد و در مرحله دوم برای حذف نویز تناوبی، مقادیر نویز در حوزه فرکانس با پیش بینی داده ها توسط سریهای زمانی انجام می گردد. نتایج بیانگر این موضوع است که این روش مانند روش های فیلتر میانه رد برش گوسی، فیلتر میانه گوسی، فیلتر میانه و فیلتر میانگین پارامترهای زیادی ندارد و حاشیه های تصویر بعد از حذف نویز نسبت به روش های ذکر شده کمتر، نویزی می باشد. روش دومی نیز جهت حذف نویز تناوبی ارائه گردیده است که نیاز به حوزه فرکانس نمی باشد بلکه از سیگنال های تصویر اصلی جهت حذف نویز استفاده شده، به این ترتیب که فرکانس های نویز تناوبی در راستای سطر و ستون و دامنه آن از یک سطر و یک ستون دلخواه از تصویر دارای نویز تناوبی، استخراج می گردد نتایج این روش کاملاً باعث حذف نویز تناوبی از تصاویر می گردد.

فهرست

صفحه	عنوان
	فصل اول
	مقدمه
۲	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- خرابی تصویر
۵	۱-۲-۱- Motion Blur
۵	۲-۲-۱- تبدیلات قانون توان یا گاما
۶	۳-۲-۱- تخریب تصاویر اسکن شده
۷	۴-۲-۱- نویزها
۷	۳-۱- انواع نویز
۷	۱-۳-۱- نویز نمک فلفلی
۸	۲-۳-۱- نویز گوسی
۱۰	۳-۳-۱- نویز نقطه نقطه
۱۰	۴-۳-۱- نویز تناوبی
۱۱	۴-۱- انواع نویزهای تناوبی
۱۲	۵-۱- روشهای حذف نویز تناوبی
۱۳	۶-۱- نقایص موجود در تکنیکهای فعلی
۱۳	۷-۱- اهداف پایان نامه
۱۷	۸-۱- پیچیدگی های روش مطرح شده

فصل دوم مروری بر روشهای قبلی کاهش نویز تناوبی

۲۰	۱-۲- مقدمه
۲۰	۲-۲- مروری بر تبدیل فوریه دو بعدی
۲۱	۳-۲- تبدیل فوریه گسسته دو بعدی
۲۳	۴-۲- فیلترینگ در حوزه فرکانس
۲۳	۵-۲- بیان ریاضی نویز تناوبی
۲۴	۶-۲- الگوریتم های موجود جهت حذف نویز تناوبی
۲۴	۱-۶-۲ Band Reject Filtering
۲۵	۲-۶-۲ Notch Filtering
۲۷	۳-۶-۲ فیلتر برشی بهینه
۳۰	۴-۶-۲ فیلتر میانگین در حوزه فرکانس
۳۲	۵-۶-۲ فیلتر میانه در حوزه فرکانس
۳۳	۶-۶-۲ فیلتر میانه گوسی
۳۵	۷-۶-۲ فیلتر رد برش گوسی
۳۷	۸-۶-۲ فیلتر میانه هوشمند
۳۸	۷-۲- نتیجه گیری

فصل سوم سری های زمانی

۴۰	۱-۳- مقدمه
۴۱	۲-۳- انواع سری های زمانی
۴۳	۴-۳- اجزاء تشکیل دهنده یک سری زمانی
۴۳	۱-۴-۳ روند
۴۴	۲-۴-۳ تغییرات فصلی

۴۴	۳-۴-۳- تغییرات دوره ای
۴۵	۳-۴-۴- تغییرات نامنظم
۴۵	۳-۵- هدف از تجزیه و تحلیل سری های زمانی
۴۶	۳-۶- استراتژی الگوسازی
۴۷	۳-۷- مفهوم پیش بینی در سری زمانی
۴۷	۳-۷-۱- پیش بینی خطی
۴۹	۳-۷-۱-۱- تخمین حداقل میانگین مربعات خطا
۵۰	۳-۷-۱-۱-۱- Levinson- Durbin Recursion
۵۱	۳-۷-۱-۲- محاسبه ضرایب خودهمبستگی
۵۱	۳-۷-۲- حداقل مربعات وزن دار شده خطا

فصل چهارم پیاده سازی روش پیشنهادی تشخیص خودکار و حذف نویز تناوبی

۵۵	۴-۱- مقدمه
۵۵	۴-۲- زیر سیستم پیشنهادی جهت تشخیص خودکار نویز تناوبی
۵۵	۴-۲-۱- تشخیص نوع نویز با استفاده از هیستوگرام
۵۸	۴-۲-۲- ایده استفاده از همبستگی متقابل جهت تشخیص نویز تناوبی
۶۰	۴-۲-۲-۱- تحلیل ریاضی همبستگی متقابل جهت تشخیص نویز تناوبی
۶۲	۴-۳- زیر سیستم پیشنهادی جهت حذف خودکار نویز تناوبی
۶۳	۴-۳-۱- الگوریتم پیشنهادی اول در حوزه فرکانس
۶۴	۴-۳-۱-۱- تشخیص خودکار مولفه های نویز
۶۶	۴-۳-۱-۲- کاهش اثر نویز تناوبی توسط سری های زمانی
۶۷	۴-۳-۱-۲-۱- پیاده سازی تکنیک تخمین حداقل میانگین مربعات خطا
۷۰	۴-۳-۱-۲-۲- پیاده سازی تکنیک حداقل مربعات وزن دار شده خطا

۷۲	۴-۳-۲- الگوریتم پیشنهادی دوم
۷۲	۴-۳-۲-۱- محاسبه فرکانس نویز تناوبی در روش جدید
۷۵	۴-۳-۲-۲- محاسبه دامنه نویز تناوبی در روش جدید
۷۷	۴-۴- نتایج پیاده سازی

فصل پنجم نتیجه گیری و کارهای آینده

۸۳	۵-۱- نتیجه گیری
۸۴	۵-۲- کارهای آینده
۸۵	مراجع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۲	شکل (۱-۱) نحوه انتقال اطلاعات بین دو سیستم
۳	شکل (۲-۱) تصویر خاکستری و نمایش مقدار خاکستری یک قسمت از تصویر
۴	شکل (۳-۱) تصویر رنگی و مشخصات یک بخش از تصویر به همراه سه ماتریس رنگهای اصلی برای آن بخش
۵	شکل (۴-۱) blur در تصاویر
۶	شکل (۵-۱) تصاویر با گاما های مختلف از راست به چپ ، گاما ۱ ، گاما ۱.۸ ، گاما ۲.۲ و گاما ۴
۷	شکل (۶-۱) از سمت راست تصویر اصلی و تصویر آلوده شده به نویز نمک فلفلی
۸	شکل (۷-۱) تابع چگالی احتمال نویز نمک فلفلی
۹	شکل (۸-۱) از سمت راست تصویر اصلی و تصویر آلوده شده به نویز گوسی
۹	شکل (۹-۱) تابع چگالی احتمال نویز نمک فلفلی
۱۰	شکل (۱۰-۱) از سمت راست تصویر اصلی و تصویر آلوده شده به نویز speckle
۱۱	شکل (۱۱-۱) از سمت راست تصویر اصلی و تصویر آلوده شده به نویز تناوبی
۱۴	شکل (۱۲-۱) از سمت راست تصویر بدون نویز و میزان همبستگی متقابل بین دو سطر دلخواه تصویر
۱۵	شکل (۱۳-۱) تصویر دارای نویز تناوبی ، میزان همبستگی متقابل دو ستون دلخواه ، میزان همبستگی متقابل دو سطر دلخواه
۱۶	شکل (۱۴-۱) تبدیل گسسته فوریه
۱۶	شکل (۱۵-۱) حاصل جمع ستونی تصویر فوریه
۱۷	شکل (۱۶-۱) از سمت راست تصویر حذف نویز تناوبی و تبدیل فوریه آن
۱۸	شکل (۱۷-۱) از سمت راست تصویر بدون نویز و میزان همبستگی متقابل ستونی آن
۲۰	شکل (۱-۲) مراحل اجرای فیلتر در حوزه فرکانس
۲۲	شکل (۲-۲) (الف) تبدیل فوریه که مربع کوچک پر رنگ مولفه dc تصویر می باشد. (ب) تبدیل فوریه بعد از عمل shift ، مولفه dc در مرکز تصویر قرار گرفته است.

- شکل (۳-۲) از سمت راست تصویر حذف نویز شده با روش فیلتر میان نگذر و تصویر تبدیل فوریه آن ۲۷
- شکل (۴-۲) (الف) تصویر بعد از حذف نویز تناوبی (ب) حذف مولفه های نویز تناوبی با فیلتر رد برش ۲۷
- شکل (۵-۲) بزرگنمایی در محل spike با ماسک پوشانده شده ۲۹
- شکل (۶-۲) از سمت راست به چپ تصویر ورودی ، تصویر آلوده شده به نویز ، تصویر اصلاح شده با ۲۹
- فیلتر برشی بهینه هوشمند ، تصویر اصلاح شده با روش فیلتر میانه در حوزه فرکانس
- شکل (۷-۲) سطح گوسی رابطه (۲۶-۲) ۳۵
- شکل (۸-۲) (الف) تصویر آلوده به نویز ، تصاویر اصلاح شده با (ب) فیلتر میانگین (ج) فیلتر میانه (د) ۳۷
- فیلتر میانه
- شکل (۱-۳) نمودار یک سری زمانی ، محور افقی بیانگر زمان و محور عمودی مقادیر سری را نشان ۴۰
- می دهد
- شکل (۲-۳) (الف) سری زمانی پیوسته (ب) سری زمانی گسسته ۴۱
- شکل (۳-۳) نمونه ای از سری زمانی ایستا در میانگین ۴۱
- شکل (۴-۳) نمونه ای از سری زمانی نا ایستا در میانگین و واریانس ۴۲
- شکل (۵-۳) نمونه ای از سری زمانی فصلی ۴۲
- شکل (۶-۳) نمونه ای از سری زمانی فصلی ۴۳
- شکل (۷-۳) خط ترسیم سده بر روی سری زمانی بیانگر روند سری می باشد ۴۳
- شکل (۸-۳) تغییرات فصلی به همراه خط روند در سری مشخص شده است ۴۴
- شکل (۹-۳) تغییرات دوره ای به همراه خط روند در سری مشخص شده است ۴۴
- شکل (۱۰-۳) تغییرات نامنظم در سری زمانی ۴۵
- شکل (۱۱-۳) پیشگویی کننده خطی Tapped-Delay Line ۴۸
- شکل (۱-۴) سیستم پیشنهاد شده جهت تشخیص خودکار و حذف نویز تناوبی ۵۵
- شکل (۲-۴) تصویر بدون نویز ۵۶
- شکل (۳-۴) (الف) تصویر آلوده به نویز گوسی و هیستوگرام قسمت مشخص شده، (ب) تصویر آلوده به ۵۶
- نویز نمک فلنی و هیستوگرام قسمت مشخص شده

- ۵۷ شکل (۴-۴) (الف) تصویر آلوده به دو نویز گوسی و نمک فلفلی، (ب) هیستوگرام بخش مشخص شده
- ۵۷ شکل (۵-۴) (الف) تصویر آلوده به نویز تناوبی، (ب) هیستوگرام بخش مشخص شده
- ۵۹ شکل (۶-۴) (الف) تصویر اصلی، (ب) تصویر آلوده به نویز تناوبی
- ۵۹ شکل (۷-۴) حاصل خروجی همبستگی متقابل بین (الف) سطر های ۱۰۰ و ۲۰۰ (ب) سطر های ۱۵۰ و ۱۵۵ (ج) ستون های ۵۰ و ۲۰۰ (د) ستون های ۱۵۵ و ۱۶۰ از تصویر شکل (۴-۶)
- ۶۰ شکل (۸-۴) حاصل خروجی همبستگی متقابل بین (الف) سطر های ۱۰۰ و ۲۰۰ (ب) سطر های ۱۵۰ و ۱۵۵ (ج) ستون های ۵۰ و ۲۰۰ (د) ستون های ۱۵۵ و ۱۶۰ از تصویر شکل (۴-۶) ب
- ۶۳ شکل (۹-۴) (الف) تصویر آلوده به نویز تناوبی (ب) تبدیل فوریه تصویر الف
- ۶۵ شکل (۱۰-۴) (الف) حاصل جمع سطری شکل (۴-۹) ب، (ب) حاصل جمع ستونی شکل (۴-۹) ب
- ۶۵ شکل (۱۱-۴) قسمت مقدار ماکزیمم با شروع از مختصات dc تصویر به مقدار ماکزیمم قبلی شکل (۴-۱۰ الف)
- ۶۶ شکل (۱۲-۴) (الف) حذف مولفه dc با پهنای بدست آمده از حاصل جمع سطری (ب) حذف مولفه dc با پهنای بدست آمده از حاصل جمع سطری
- ۶۸ شکل (۱۳-۴) تصویر تبدیل فوریه تصویر حاوی نویز تناوبی
- ۶۸ شکل (۱۴-۴) میانگین مربعات خطا در ستون اول برای پیش بینی سطر ۸۳ با استفاده از داده های سطر ۱ تا ۸۲
- ۷۹ شکل (۱۵-۴) حاصل اعمال نویز تناوبی و اصلاح آن توسط تکنیک mmse
- ۷۳ شکل (۱۶-۴) (الف) تصویر اصلی با ابعاد ۲۰۰ در ۲۵۶ (ب) تصویر آلوده به نویز تناوبی
- ۷۳ شکل (۱۷-۴) تصویر سطر ۲۰ شکل (۴-۱۶) ب
- ۷۳ شکل (۱۸-۴) تصویر ستون ۲۰ شکل (۴-۱۶) ب
- ۷۴ شکل (۱۹-۴) حذف فرکانس های بالا از تصویر شکل (۴-۱۷)
- ۷۶ شکل (۲۰-۴) تصویر بهبود یافته شکل (۴-۱۶) ب توسط روش پیشنهادی
- ۸۱ شکل (۲۱-۴) تصاویر حاصل از اعمال نویز و خروجی الگوریتم پیشنهادی دوم

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳۰	جدول (۱-۲) مقایسه نتیجه فیلتر میانه و برشی بهینه هوشمند در حذف نویز تناوبی
۷۶	جدول (۱-۴) پارامتر های نویز تناوبی اضافه شده به تصویر

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

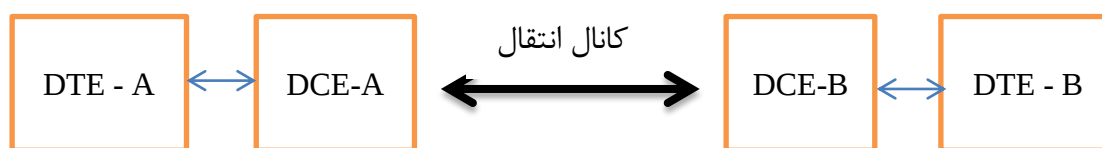
امروزه با پیشرفت تکنولوژی و انتقال سریع اطلاعات تمام امور در کسری از ثانیه انجام می شود و این انقلاب از زمان ظهور ترانزیستور و بعد از آن مدارات مجتمع و تکنولوژی دیجیتال اتفاق افتاد. در کنار مزایای سرعت انتقال اطلاعات یکسری مشکلات وجود دارد و یکی از این مشکلات پدیده ای با نام نویز^۱ می باشد. در یک سیستم انتقال اطلاعات اجزاء زیر وجود دارد [۱]:

۱- تجهیزات ترمینال داده (DTE^۲)

۲- تجهیزات ارتباط داده (DCE^۳)

۳- کانال انتقال داده

در شکل (۱-۱) نحوه ارتباط تجهیزات سیستم انتقال را می بینید.



شکل (۱-۱): نحوه انتقال اطلاعات بین دو سیستم

DTE ها را مانند یک کامپیوتر و DCE ها را مانند یک Modem در نظر بگیرید. کانال انتقال می تواند به صورت سیمی، بی سیم و فیبر نوری باشد [۱]. در زمان انتقال اطلاعات از طریق کانال انتقال بنا به دلایل مختلف بسته های اطلاعاتی ممکن است دچار نویز شوند و زمانی که در مقصد این اطلاعات دریافت می شود ممکن است با اطلاعات ارسال شده از مبدأ متفاوت باشد.

¹ Noise

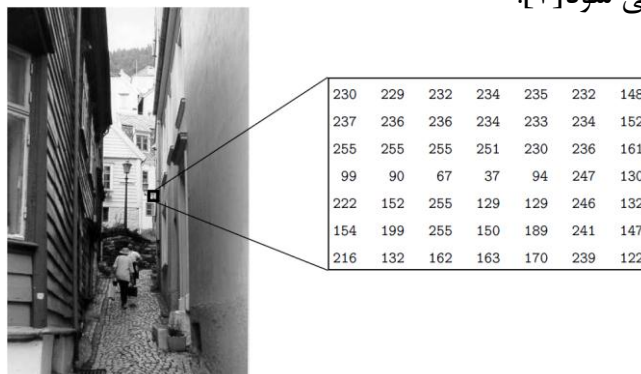
² Data Terminal Equipment

³ Data Communications Equipment

فرض نمائید که مبدأ یک تصویر را از طریق کانال انتقال به مقصد ارسال می نماید و در طول کانال انتقال دچار نویز شود و در نهایت در مقصد تصویر دریافت شده با تصویر ابتدایی در مبدأ متفاوت خواهد بود.

مبحث ما در مورد نویز تصاویر می باشد. یک تصویر خاکستری به صورت یک آرایه دو بعدی نمایش داده می شود که هر خانه این آرایه بیانگر یک پیکسل در تصویر است و محتویات این پیکسل نیز بیانگر میزان سطح خاکستری می باشد. میزان سطح خاکستری از مقدار ۰ تا ۲۵۵ داخل هر پیکسل متغیر است که صفر معادل با رنگ سیاه و ۲۵۵ معادل با رنگ سفید می باشد. در واقع یک پیکسل معادل با یک بایت می باشد.

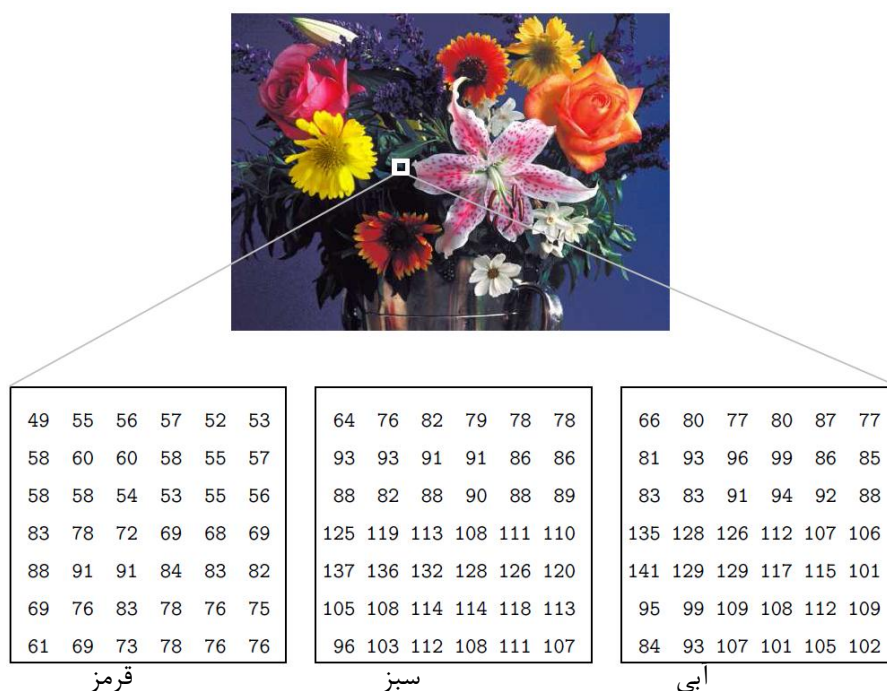
در شکل (۲-۱) یک تصویر خاکستری دیده می شود و یک قسمت از آن انتخاب شده و ماتریس معادل آن نمایش داده می شود [۲].



شکل (۲-۱): تصویر خاکستری و نمایش مقدار خاکستری یک قسمت از تصویر

اما در تصاویر رنگی یک پیکسل معادل با سه بایت می باشد که هر بایت معادل یک رنگ اصلی می باشد در واقع یک تصویر رنگی با سه ماتریس نمایش داده می شود که هر ماتریس معادل سه رنگ اصلی قرمز ، سبز و آبی می باشد. هر سلول ماتریس های رنگ اصلی مقادیری بین صفر تا ۲۵۵ را دریافت می نماید. در شکل (۳-۱) یک تصویر رنگی که یک ناحیه از آن با محتویات ماتریس های رنگ اصلی اش مشخص شده است را مشاهده می نمائید [۲].

همانطور که در ابتدا گفته شد ، زمانی که یک تصویر از مبدأ به مقصد ارسال می گردد ممکن است در کانال انتقال بر روی سیگنال تصویر اختلالاتی به وجود بیاید که به آن نویز گفته می شود. نوع اختلال در تصویر وابسته به نوع پارازیتی است که در طول مسیر بر روی سیگنال تصویر ایجاد می شود. با توجه به اینکه ما از قبل نوع نویز را می دانیم از این رو یک شیوه مناسب جهت کاهش نویز انتخاب می نمائیم که این نوع تشخیص را انسان انجام می دهد.



شکل (۳-۱): تصویر رنگی و مشخصات یک بخش از تصویر به همراه سه ماتریس رنگهای اصلی برای آن بخش.

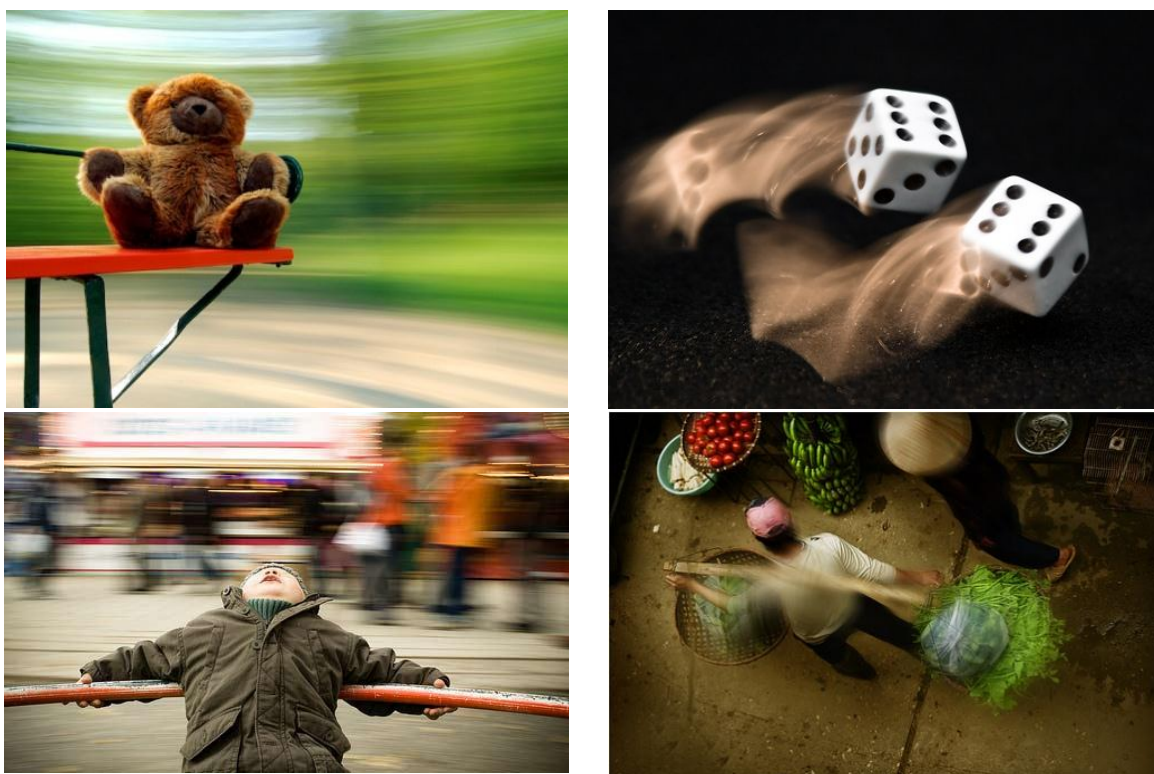
۲-۱- خرابی های تصویر^۴

به دلایل زیادی در تصویر ممکن است خرابی هایی به وجود آید و هدف از پردازش تصاویر حذف اینگونه تخریب ها در تصویر می باشد که انواع مختلفی را شامل می شود و در این قسمت به برخی از این خرابی ها می پردازیم [۳].

⁴ Image Degardation

۱-۲-۱ Motion Blur

این مدل تخریب به دلیل عدم هماهنگی بین سرعت حرکت جسم و دستگاه تصویربرداری می باشد مثلاً اگر دوربین ثابت باشد و از یک شی که با سرعت از جلوی دوربین حرکت می نماید عکس بگیریم و یا اینکه دوربین در حال حرکت باشد و بعد از یک منظره عکس بگیریم در نتیجه تصاویر خروجی دارای blur می شوند. در شکل (۴-۱) نمونه ای از این تصاویر را مشاهده می نمائید.



شکل (۴-۱) blur در تصاویر

به طور کلی blur ها به سه دسته تقسیم می شوند : Linear ، Radial و Zoom.

۱-۲-۲-۲- تبدیلات قانون توان یا گاما

به طور کلی دستگاه هایی که برای تصویر برداری ، چاپ و نمایش به کار می روند بر اساس این قانون کار می نمایند. به عنوان مثال یک مانیتور ممکن است که با گامای ۲ کار کند که اگر تصویری را بخواهد نشان دهد به طور معمول سطح روشنایی خروجی تصویر کاهش می یابد در نتیجه قبل از

ارسال تصویر مورد نظر به مانیتور ابتدا تصویر را با گامای مورد نظر اصلاح می نمائیم و بعد به مانیتور ارسال می نمائیم آنگاه تصویر خروجی تقریباً معادل با تصویر ورودی می شود [۳]. به فرآیند مذکور اصلاح گاما در تصویر گویند. شکل (۵-۱) این موضوع را نمایش می دهد.



شکل (۵-۱) تصاویر با گاماهای مختلف از راست به چپ ، گامای ۱ ، گامای ۱.۸ ، گامای ۲.۲ و گامای ۴

همانطور که در تصاویر بالا مشاهده می نمائید با افزایش گاما میزان سطح روشنایی تصویر کاهش می یابد.

۱-۲-۳-تخریب تصاویر اسکن شده

به دلیل اینکه در اسکنرها توسط مدارات تبدیل آنالوگ به دیجیتال (ADC°) ، سیگنال های دریافتی از سطح اسکنر که به صورت آنالوگ می باشد بایستی به سیگنال دیجیتال تبدیل شود در نتیجه این تبدیل، نویزهایی هم به تصویر نهایی اعمال می گردد که بایستی این نویزها حذف گردد و گاهی اوقات ممکن است تصویر اسکن شده دارای چرخش باشد که بایستی این چرخش را برطرف نمائیم.

⁵ Analog to Digital Converter

نوع دیگر تخریب که در تجهیزات تصویربرداری امروزی معمول است وجود نویز در تصاویر می باشد. این نویزها به دلایل مختلفی در زمان تصویربرداری و یا در زمان انتقال یک تصویر اضافه می شوند. در ادامه برخی از نویزها را بررسی می نمائیم.

۱-۳- انواع نویز

در این قسمت انواع نویز و تأثیر آن را بر روی تصاویر بررسی می نمائیم.

۱-۳-۱- نویز نمک فلفلی (Salt & Pepper)

این نویز را با نام های impulse noise ، shot noise و binary noise می شناسند [۲]. این مدل نویز به صورت دانه هایی با رنگ سفید و سیاه به طور تصادفی در سطح تصویر پراکنده شده است. در شکل (۱-۶) تصویر اصلی و تصویر آلوده شده به نویز نمک فلفلی را مشاهده می نمائید.



تصویر آلوده شده به نویز نمک فلفلی



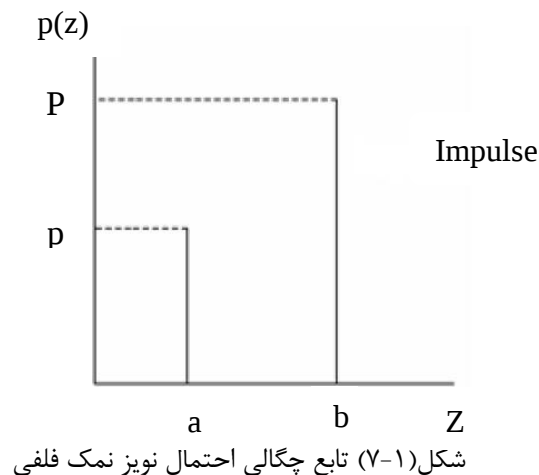
تصویر اصلی

شکل (۱-۶) از سمت راست تصویر اصلی و تصویر آلوده به نویز نمک فلفلی

تابع چگالی احتمال^۶ نویز نمک فلفی به صورت زیر می باشد [۳] که در آن a و b ثابت می باشند:

$$p(z) = \begin{cases} p_a & \text{for } z = a \\ p_b & \text{for } z = b \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

نمودار تابع چگالی احتمال نویز نمک فلفی در شکل (۷-۱) مشاهده می نمائید.



۱-۳-۲- نویز گوسی (Gaussian Noise)

نویز گوسی شکل ایده آل نویز سفید است که علت آن نوسانات تصادفی در تصویر می باشد [۲]. مثالی که می توان برای این نوع نویز در نظر گرفت تلویزیونی است که در یک شبکه آن سیگنال وجود ندارد. نویز گوسی ، نویز سفیدی است که دارای توزیع نرمال^۷ است. اگر ماتریس تصویر را با I و ماتریس نویز گوسی را با N نمایش دهیم سپس تصویر نویزی را می توانیم به شکل زیر مدل نمائیم :

تصویر نویز گوسی : $I+N$

در شکل (۸-۱) تصویر اصلی و آلوده شده به نویز گوسی مشاهده می گردد.

^۶ Probablity Density Function(PDF)

^۷ Normal Distribution

تابع چگالی احتمال نویز گوسی به صورت زیر می باشد [۳] σ^2 انحراف معیار و $\bar{z}$ میانگین می باشد:

$$p(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(z-\bar{z})^2}{2\sigma^2}}$$



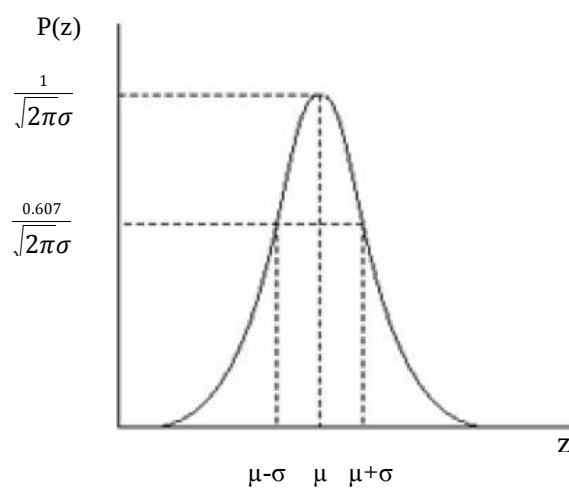
تصویر آلوده شده به نویز گوسی



تصویر اصلی

شکل (۸-۱): از سمت راست تصویر اصلی و تصویر آلوده شده به نویز گوسی

نمودار تابع چگالی احتمال نویز گوسی را در شکل (۹-۱) مشاهده می نمائید [۳].



شکل (۹-۱) تابع چگالی احتمال نویز نمک فلفی

۱-۳-۳- نويز نقطه نقطه (Speckle Noise)

نويز گوسی با مقادير تصادفی اضافه شده به تصوير اصلی بدست می آید در حالی که نويز Speckle با ضرب مقادير تصادفی در مقادير تصوير اصلی بدست می آید [۲]. نويز Speckle مشکل اصلی در کاربردهای راداری می باشد. اگر تصوير اصلی را I و نويز را N در نظر بگیريم آنگاه رابطه $I(1+N)$ پیاده سازی نويز Speckle را بیان می نماید.

در شکل (۱-۱۰) تصوير اصلی و آلوده شده به نويز Speckle را مشاهده می نمائيد.



تصوير آلوده شده به نويز Speckle



تصوير اصلی

شکل (۱-۱۰): از سمت راست تصوير اصلی و تصوير آلوده شده به نويز Speckle

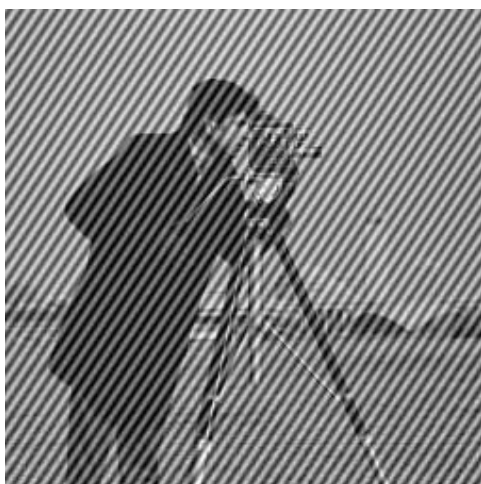
هرچند که نويز Speckle و نويز گوسی در ظاهر شبیه یکدیگر می باشند ولی روش های حذف و کاهش آنها با یکدیگر متفاوت است.

۱-۳-۴- نويز تناوبی

اگر سیگنال تصوير در معرض یک پارازيت تصادفی تناوبی باشد، آنگاه نتیجه یک تصوير نويزدار با نويز تناوبی می شود [۲]. تأثیر اين نويز بر روی تصوير میله هایی می باشد که به صورت هاشور خوردگی در تصوير دیده می شوند. در شکل (۱-۱۱) تصوير اصلی و آلوده شده به نويز تناوبی را مشاهده می نمائيد.

به طور کلی نویز تناوبی در اثر انتقال تصاویر توسط واسط‌های الکتریکی، الکترونیکی و الکترومکانیکی ایجاد می‌شود.

اثرات سه نویز اول را می‌توان با تکنیک‌های فیلتر در حوزه مکان کاهش داد ولی برای نویز تناوبی نیاز به اقدامات دیگری است که شرح آن در ادامه آمده است.



تصویر آلوده شده به نویز تناوبی



تصویر اصلی

شکل (۱-۱۱): از سمت راست تصویر اصلی و تصویر آلوده شده به نویز تناوبی

۱-۴- انواع نویزهای تناوبی [۵]

۱-۴-۱- نویز تناوبی سراسری^۸

این نویز، یک الگوی تناوبی که تأثیرات ثابتی در کل تصویر می‌گذارد و منبع تولید آن تداخلات الکترونیکی حاصل از تجهیزات فرستنده و گیرنده اطلاعات و اختلاف در تنظیمات آشکارسازها و اسکنرها می‌باشد. منبع تولید دیگر این مدل نویز قرار دادن دوربین‌های تصویر برداری در فضاپیماها، بالگردها و کشتی‌ها می‌باشد که باعث ایجاد لرزش‌های مکانیکی شده و تصویر دچار نویز تناوبی می‌گردد.

^۸ Globale Periodic Noise

این نویز نیز مانند نویز تناوبی سراسری تکرار شونده است ولی در نواحی مختلف تصویر دارای پارامترهای مختلف می باشد به این ترتیب که دامنه، فاز و یا فرکانس نویز در نواحی مختلف تصویر با یکدیگر متفاوت می باشند. یک روش برای حذف این مدل نویزها، تخمین مقدار محلی نویز تناوبی و حذف آن در هر ناحیه می باشد.

۱-۵- روش های حذف نویز تناوبی

ساده ترین روش برای کاهش اثر نویز تناوبی، کاهش یا حذف مولفه های متناظر با این نویز در حوزه فرکانس می باشد که در این حوزه فیلترهایی مانند فیلتر میان گذر^{۱۰}، فیلتر برشی^{۱۱} و فیلتر برشی بهینه وجود دارد. در این فیلترها فرض بر آن است که فرکانس های متناظر با نویز تناوبی و محدوده آن از قبل مشخص است و کاربر با دانستن فرکانس های متناظر نویز تناوبی و محدوده آن به طراحی فیلتر می پردازد، که این یک اشکال عمده این فیلترها می باشد.

یکسری روش های دیگری که توانایی تشخیص مولفه های نویزی و کاهش اثر آنها را داشته باشد نیز ابداع شده است. در این روش ها که از نوع فیلترهای غیرخطی هستند، ابتدا طیف تصویر حاوی نویز، تحلیل شده و مولفه های نویزی مشخص می شوند. سپس این مولفه های نویزی، کاهش می یابند. روش های فیلتر میانه^{۱۲} و فیلتر میانگین^{۱۳} در حوزه فرکانس از این دسته هستند. فیلتر میانه در حوزه فرکانس با لغزاندن پنجره ای روی طیف تصویر، مقدار میانه را برای هر پنجره یافته و از مقایسه نسبت دامنه فرکانس مرکزی پنجره به مقدار میانه محاسبه شده، با یک مقدار آستانه پی به نویزی بودن فرکانس مرکزی پنجره می برد.

^۹ Local Periodic Noise

^{۱۰} Band reject filter

^{۱۱} Notch filter

^{۱۲} Median filter

^{۱۳} Average filter

۱-۶- نقایص موجود در تکنیکهای فعلی

۱-۶-۱- در کلیه روش ها فرض بر این است که یک انسان ابتدا تشخیص می دهد که تصویر

دارای نویز تناوبی می باشد سپس تصویر نویزی را به الگوریتم حذف نویز تناوبی داده تا

نویز حذف گردد و این در حالی است که بایستی ماشین ، تصویر چه نویزی و چه بدون

نویز را دریافت نموده و تشخیص دهد که آیا دارای نویز تناوبی می باشد؟ و عملاً قسمت

تشخیص نویز تناوبی بر روی تصویر که توسط انسان انجام می شود را ماشین انجام دهد.

۱-۶-۲- جهت حذف نویز تناوبی اگر در حوزه فرکانس کار خود را انجام دهیم به نتایج

خوبی می رسیم و لذا در اکثر روش ها از حوزه فرکانس استفاده نموده اند و برای حذف

نویز تناوبی مقادیری را که به جای مولفه نویز تناوبی در حوزه فرکانس قرار می دهند

مقدار صفر است و این خود یک مشکل می باشد.

۱-۶-۳- بعد از حذف نویز تناوبی بازهم اثراتی از نویز در اطراف تصویر باقی می ماند که این

مشکل در کلیه روش ها وجود دارد.

۱-۷- اهداف پایان نامه

در این پایان نامه قصد داریم نوع نویز تناوبی را به صورت خودکار تشخیص داده و همچنین جهت

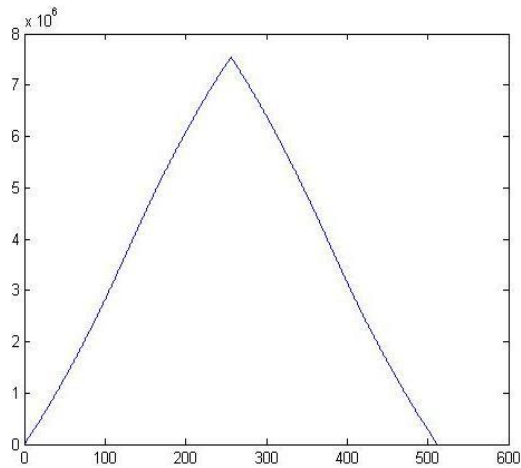
حذف یا کاهش خودکار نویز تناوبی از تصویر ، روش جدیدی را بیان نمائیم. ایده روش جهت تشخیص

خودکار نویز تناوبی به این شکل می باشد که دو سطر و یا دو ستون دلخواه از تصویر را انتخاب کرده و

میزان همبستگی متقابل^{۱۴} بین آن دو را محاسبه می نمائیم. اگر حاصل میزان همبستگی متقابل بین

¹⁴ Cross Correlation

دو سطر یا دو ستون دلخواه را برای هر تصویر بدون نویز نمایش دهیم در آن فقط یک نقطه ماکزیمم وجود دارد. تصاویر شکل (۱۲-۱) بیانگر این موضوع می باشد.

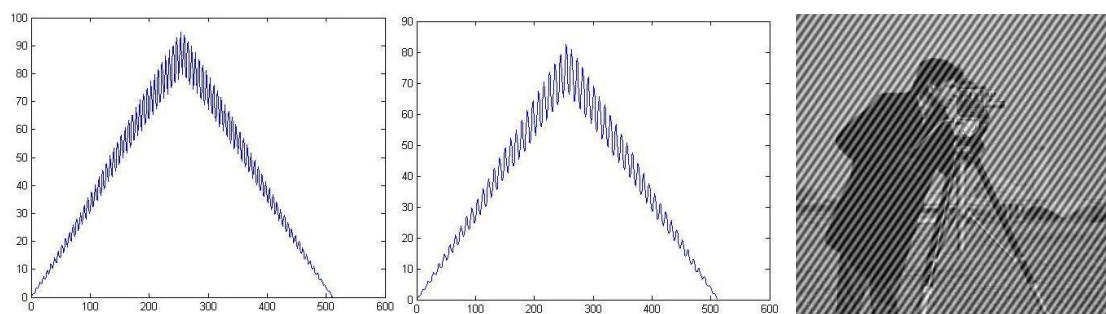


میزان همبستگی متقابل بین دو سطر دلخواه تصویر

تصویر بدون نویز

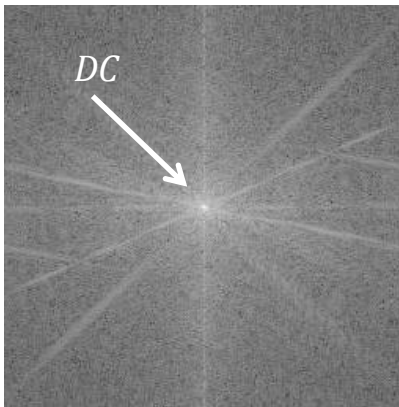
شکل (۱۲-۱): از سمت راست تصویر بدون نویز و میزان همبستگی متقابل بین دو سطر دلخواه تصویر

در شکل فوق تصویر بدون نویز و میزان همبستگی متقابل بین دو سطر ۲۰ و ۲۵ تصویر نمایش داده شده است. در نمودار میزان همبستگی متقابل فقط یک نقطه ماکزیمم داریم. در صورتی که اگر میزان همبستگی متقابل برای دو سطر یا دو ستون دلخواه از یک تصویر حاوی نویز تناوبی را محاسبه نمائیم آنگاه نمودار مربوطه علاوه بر اینکه دارای یک نقطه ماکزیمم است یکسری ماکزیمم ها و مینیمم های نسبی در کل نمودار مشاهده می گردد که بیانگر نویز تناوبی در تصویر می باشد که یک نمونه از آن در تصاویر شکل (۱۳-۱) نمایش داده شده است. همانطور که در تصاویر شکل (۱۳-۱) مشاهده می گردد در نمودار میزان همبستگی متقابل چه بین دو سطر و چه بین دو ستون ، تعداد ماکزیمم و مینیمم های محلی در این نمودار افزایش یافته است که دلیلی بر وجود نویز تناوبی در تصویر می باشد. لذا با استفاده از روش بیان شده می توان وجود نویز تناوبی در تصاویر را به صورت خودکار تشخیص داد. در ادامه جهت حذف یا کاهش خودکار نویز تناوبی از طیف فرکانسی تصویر حاوی نویز تناوبی استفاده می نمائیم.



تصویر دارای نویز تناوبی، میزان همبستگی متقابل دو ستون دلخواه، میزان همبستگی متقابل دو سطر دلخواه شکل (۱۳-۱) از سمت راست تصویر دارای نویز تناوبی، میزان همبستگی متقابل دو ستون دلخواه و دو سطر دلخواه در تصاویر شکل (۱۴-۱) همانطور که مشاهده می گردد، تبدیل فوریه گسسته تصویر بدون نویز دارای یک مقدار DC در وسط تصویر می باشد و تبدیل فوریه گسسته برای تصویر با نویز تناوبی علاوه بر نقطه روشن DC دارای دو نقطه روشن دیگر به نام Spike و چهار خط مربوطه می باشد که بیانگر مولفه های نویز تناوبی می باشد [۳].

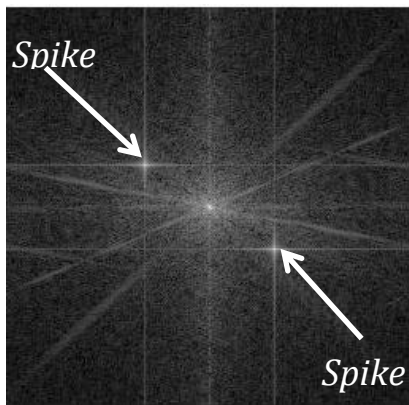
ایده مطرح شده در این پروژه جهت تشخیص خودکار مختصات Spike ها به این شکل است که حاصل جمع ستونی و سطری مقادیر گسسته فوریه تصویر حاوی نویز تناوبی را محاسبه می نمائیم و همانطور که از شکل (۱۴-۱) مشخص است حدس ما بر این است که نمودار حاصل جمع ستونی یا سطری تصویر فوریه دارای سه نقطه ماکزیمم می باشد که نقطه مرکزی مقدار DC و دو نقطه ماکزیمم کناری بیانگر Spike ها در تصویر فوریه می باشد و به این شکل مختصات Spike ها را استخراج می نمائیم و در نهایت جهت حذف این Spike ها می توانیم مقدار صفر به جای محتویات نقاط Spike ها و خطوط حاصل از آن قرار دهیم تا نویز تناوبی را حذف نمائیم. در تصاویر شکل (۱۵-۱) حاصل جمع ستونی و سطری مربوط به تصویر تبدیل گسسته فوریه حاوی نویز تناوبی مشاهده می گردد.



تبدیل گسسته فوریه تصویر بدون نویز



تصویر بدون نویز

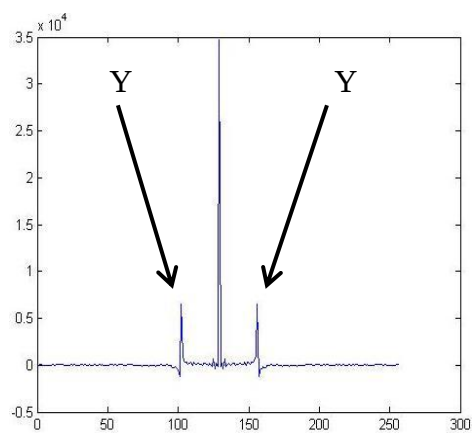
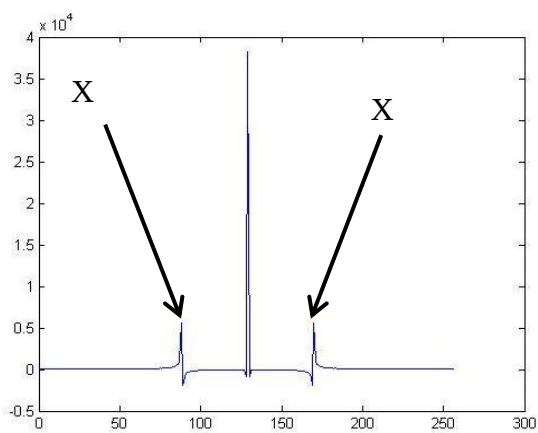


تبدیل گسسته فوریه تصویر حاوی نویز تناوبی



تصویر آلوده به نویز تناوبی

شکل (۱۴-۱) تبدیل گسسته فوریه تصویر بدون نویز و تصویر دارای نویز تناوبی

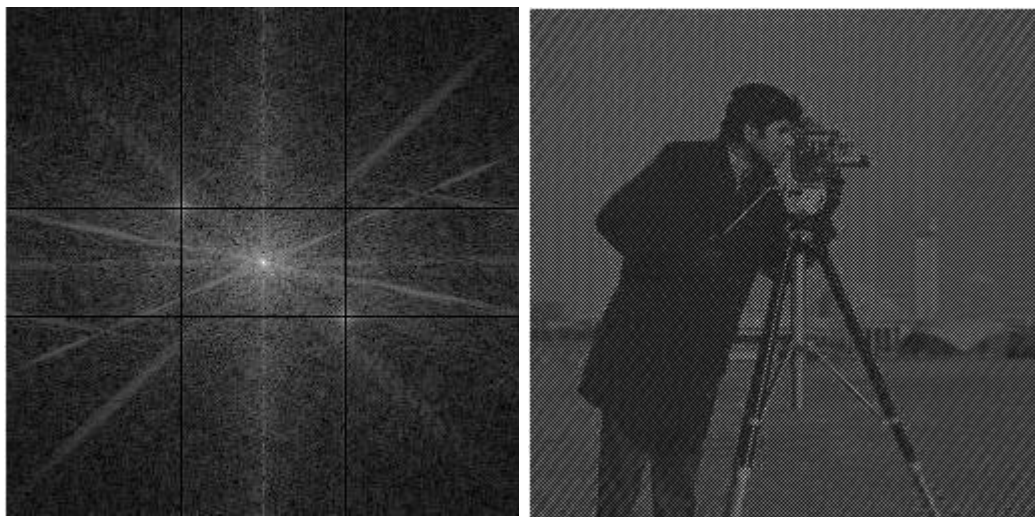


حاصل جمع ستونی تصویر فوریه

شکل (۱۵-۱) حاصل جمع ستونی تصویر فوریه

همانطور که در دو تصویر شکل (۱-۱۵) مشاهده می نمائید ، مختصات دو Spike موجود در تصویر به راحتی به دست می آید و فقط کافی است تا به جای Spike ها و خطوط مربوطه مقادیری که در فصول بعدی خواهیم گفت را قرار دهیم تا نویز تناوبی حذف گردد.

در ادامه در شکل (۱-۱۶) تصویر تبدیل فوریه گسسته که Spike های آن حذف شده است و همچنین معکوس تبدیل فوریه گسسته را که تصویر نهایی با حذف نویز تناوبی می باشد را مشاهده می نمائید [۲].

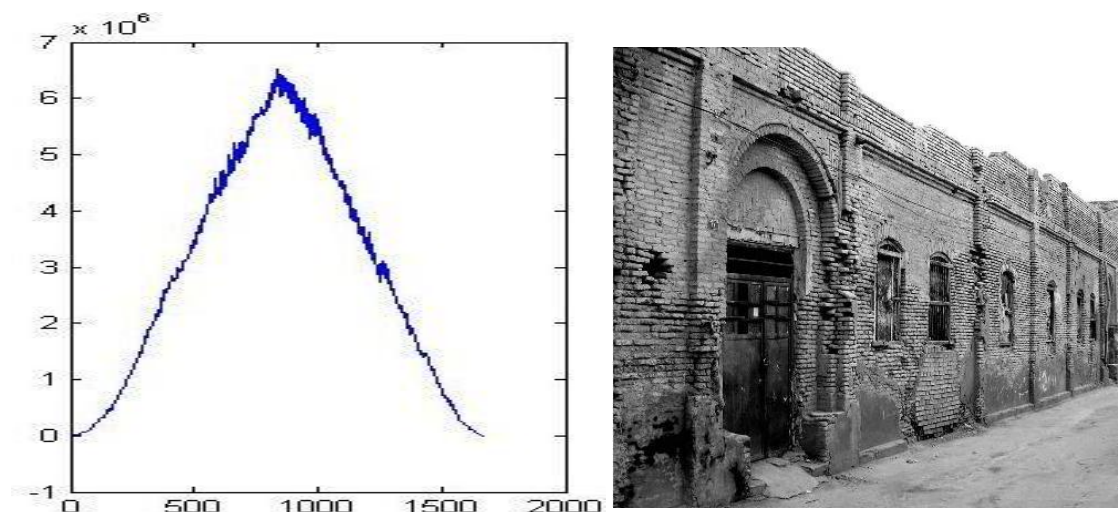


تصویر بهبود یافته با جایگزینی مقادیر صفر به جای Spike ها حذف Spike ها با جایگزینی مقادیر صفر در تصویر فوریه شکل (۱-۱۶) از سمت راست تصویر حذف نویز تناوبی و تبدیل فوریه آن

۸-۱- پیچیدگیهای روش مطرح شده

۸-۱-۱- در الگوریتم تشخیص تصویر حاوی نویز تناوبی ، متأسفانه تصاویری که ذاتاً دارای هاشورهایی به صورت عمودی و یا افقی می باشند ، تکنیک بحث شده جهت تشخیص نویز تناوبی، اینگونه تصاویر را به عنوان تصاویر حاوی نویز تناوبی در نظر می گیرد که در شکل (۱-۱۷) این نمونه را مشاهده می نمائید. در تصویر شکل (۱-۱۷) خطوط مربوط به آجرها که به صورت موازی می باشند در الگوریتم تشخیص ما به عنوان نویز تناوبی در نظر گرفته می شود به دلیل اینکه میزان همبستگی متقابل

ستونی این تصویر ، دارای ماکزیمم و مینیمم های نسبی زیادی است. لذا بایستی این الگوریتم را در برابر چنین تصویرهایی مقاوم نمائیم تا اشتباهاً آنها را به عنوان نویز تناوبی در نظر نگیرد.



میزان همبستگی متقابل ستونی تصویر بدون نویز

تصویر بدون نویز

شکل (۱۷-۱) از سمت راست تصویر بدون نویز و میزان همبستگی متقابل ستونی آن

۱-۸-۲- مسئله بعدی این است که به جای مولفه های نویز تناوبی در تبدیل فوریه گسسته چه مقداری را قرار دهیم ؟ آیا قرار دادن مقدار صفر منطقی است ؟ قرار دادن مقدار صفر در واقع یک مدل نویز دیگر می باشد و ما بایستی مقدار مربوطه را با تکنیکهای پیش بینی^{۱۵} بدست آوریم و جایگزین مقدار مولفه های نویز تناوبی نمائیم.

۱-۸-۳- نویز تناوبی در تصاویر رنگی مشکل بعدی است به دلیل اینکه اگر بخواهیم اینگونه تصاویر را حذف نویز نمائیم مشخص نمی باشد که سیستم رنگ RGB بهتر است یا اینکه تصویر را به یک سیستم رنگ دیگر منتقل نمائیم و عمل حذف نویز را انجام دهیم. به هر حال این مشکل نیز یکی از مسائل پیچیده در این مورد می باشد.

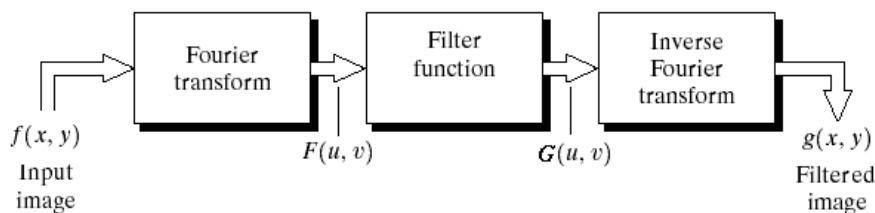
¹⁵ Predict

فصل دوم

مروری بر روشهای قبلی کاهش نویز تناوبی

۲-۱- مقدمه

جهت حذف نویز تناوبی روشهای مختلفی وجود دارد که در ادامه این روشها بیان شده است. همانطور که قبلاً بیان شد بهترین روش جهت حذف نویز تناوبی استفاده از حوزه فرکانس^{۱۶} می باشد. در اکثر روشهای حذف نویز تناوبی در حوزه فرکانس، مولفه های نویز تناوبی را ابتدا در حوزه فرکانس پیدا نموده و سپس آن را حذف می نمایند. جهت حذف نویز در حوزه فرکانس از فیلترهای مختلفی استفاده می شود و همانطور که می دانیم تبدیل کانولوشن^{۱۷} در فضای مکان^{۱۸}، که به صورت اعمال پاسخ ضربه فیلتر روی تک تک نقاط (به شکل ضرب و جمع) پیاده می شود، در فضای فوریه با ضرب پاسخ فرکانسی فیلتر در تبدیل فوریه تصویر و محاسبه تبدیل معکوس نتیجه، براحتی قابل انجام است. اساس عملکرد فیلتر در حوزه فرکانس، در شکل (۲-۱) دیده می شود [۳].



شکل (۲-۱) مراحل اجرای فیلتر در حوزه فرکانس [۳]

۲-۲- مروری بر تبدیل فوریه دو بعدی

برای درک بهتر ادامه مباحث در این فصل، ابتدا تبدیل فوریه دو بعدی را مرور کرده و در نهایت نحوه طراحی فیلترها در حوزه فرکانس را بیان خواهیم نمود. همانطور که از نام تبدیل مشخص است ابداع کننده این روش ریاضی دان فرانسوی به نام آقای جین باتیس جوزف فوریه می باشد [۳]. ایشان بیان

¹⁶ Frequency domain

¹⁷ Convolution

¹⁸ Spatial Domain

نمودند که هر تابع متناوب می تواند به صورت مجموع سینوس ها و کسینوس های فرکانس های مختلف بیان شود، که هر کدام در ضریب متفاوتی ضرب می گردد و این مجموع را سری فوریه می نامند. در ضمن جهت توابعی که متناوب نمی باشند ولی مساحت زیر منحنی آنها محدود است ، می توانیم به صورت انتگرال سینوس و یا کسینوس که در تابع موزون ضرب شده است ، بیان نمائیم [۳].

۳-۲- تبدیل فوریه گسسته دوبعدی

فرض کنید $f(x,y)$ که $x=0,1,2,\dots,M-1$ و $y=0,1,2,\dots,N-1$ یک تصویر $M*N$ باشد. تبدیل فوریه گسسته^{۱۹} دو بعدی از f با $F(u,v)$ نشان داده می شود و به صورت زیر محاسبه می گردد [۳]:

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) e^{-j2\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})} \quad (۱-۲)$$

که $u=0,1,2,\dots,M-1$ و $v=0,1,2,\dots,M-1$

حوزه فرکانس به سادگی در دستگاه مختصات و با u و v به عنوان متغیرهای فرکانسی $F(u,v)$ قابل ارائه می باشد. ناحیه مستطیلی $M*N$ را با توجه به $u=0,1,2,\dots,M-1$ و $v=0,1,2,\dots,M-1$ به عنوان چهارچوب فرکانس می شناسند.

تبدیل فوریه گسسته معکوس^{۲۰} به صورت زیر تعریف می گردد :

$$f(x,y) = \frac{1}{M*N} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u,v) e^{j2\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})} \quad (۲-۲)$$

مقدار تبدیل فوریه در مبدأ حوزه فرکانس $F(0,0)$ جزء DC تبدیل فوریه نامیده می شود. جهت تحلیل مقادیر تبدیل فوریه به صورت بصری، طیف مربوط به آن محاسبه می شود و اندازه $F(u,v)$ به

¹⁹ Discrete fourier transform(DFT)

²⁰ Inverse discrit fourier transform(IDFT)

صورت تصویر به نمایش در می آید. فرض کنید که $R(u,v)$ و $I(u,v)$ مقادیر حقیقی و موهومی $F(u,v)$ باشند.

طیف فوریه عبارت است از :

$$|F(u,v)| = [R^2(u,v) + I^2(u,v)]^{\frac{1}{2}} \quad (۳-۲)$$

همچنین زاویه فاز تبدیل به صورت زیر قابل محاسبه است :

$$\varphi(u,v) = \tan^{-1} \left(\frac{I(u,v)}{R(u,v)} \right) \quad (۴-۲)$$

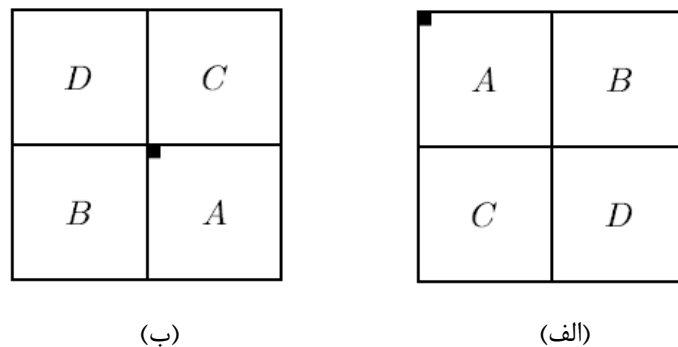
با توجه به دو مقدار بالا می توان $F(u,v)$ را در مختصات قطبی به صورت زیر ارائه داد :

$$F(u,v) = |F(u,v)| e^{-j\varphi(u,v)} \quad (۵-۲)$$

همچنین طیف توانی برابر با مربع اندازه $F(u,v)$ خواهد بود و به صورت زیر تعریف می شود:

$$p(u,v) = |F(u,v)|^2 = R^2(u,v) + I^2(u,v) \quad (۶-۲)$$

جهت نمایش تبدیل فوریه یک تصویر بهتر این است که مولفه DC تصویر در مرکز تصویر نمایش داده شود لذا لازم است بعد از تبدیل فوریه تصویر ، حاصل را shift داده تا مولفه DC تصویر در مرکز تصویر قرار گیرد همانطور که در شکل (۲-۲) مشاهده می نمائید [۲].



شکل (۲-۲) (الف) تبدیل فوریه که مربع کوچک پررنگ مولفه DC تصویر می باشد- (ب) تبدیل فوریه بعد از عمل

shift ، مولفه DC در مرکز تصویر قرار گرفته است [۲].

نکته قابل توجه ای که در این قسمت وجود دارد این است که مرکز چهارچوب فرکانس در $(\frac{M}{2}, \frac{N}{2})$

واقع است. به عنوان مثال مرکز چهارچوب فرکانسی $۸*۸$ در نقطه $(۴,۴)$ است.

۴-۲- فیلترینگ در حوزه فرکانس

در [۴] فیلترینگ خطی در هر دو حوزه فضایی و فرکانس بر مبنای تئوری کانولوشن به صورت زیر بیان می گردد.

$$f(x,y)*h(x,y) \leftrightarrow H(u,v)F(u,v) \quad (۷-۲)$$

و همینطور به صورت معکوس رابطه (۸-۲) را داریم.

$$f(x,y)h(x,y) \leftrightarrow H(u,v)*F(u,v) \quad (۸-۲)$$

نماد * برای نمایش دادن کانولوشن دو تابع استفاده شده است و فلش دو طرفه به معنی هر دو عملیات تبدیل فوری و عکس تبدیل فوری می باشد. عبارت (۷-۲) نشان می دهد که برای محاسبه کانولوشن دو تابع در حوزه فضایی می توان تبدیل فوری دو تابع مربوطه را در هم ضرب نمود و در نهایت با اعمال تبدیل فوری معکوس روی حاصلضرب، کانولوشن دو تابع را محاسبه نمود، همینطور با محاسبه تبدیل فوری کانولوشن دو تابع، حاصلضرب تبدیل فوری دو تابع به دست می آید. این مطالب در مورد عبارت (۸-۲) نیز صدق می کند.

فیلترینگ در حوزه فضا عبارت است از اعمال ماسک $h(x,y)$ روی تصویر $f(x,y)$. طبق تئوری کانولوشن می توان نتایج مشابه را در حوزه فرکانس با ضرب $F(u,v)$ در $H(u,v)$ به دست آورد. در واقع حاصلضرب $F(u,v)$ در $H(u,v)$ تبدیل فوری فیلتر فضایی می باشد. شکل (۱-۲) مراحل اجرای فیلترینگ در حوزه فرکانس را بیان می نماید.

۵-۲- بیان ریاضی نویز تناوبی

در [۴] نویز تناوبی دو بعدی سینوسی را به صورت زیر مدل نموده است :

$$r(x,y) = A \sin \left(\frac{2\pi u_0(x+B_x)}{M} + \frac{2\pi v_0(y+B_y)}{N} \right) \quad (۹-۲)$$

که A دامنه نویز ، u_0 و v_0 فرکانس های زاویه ای مربوط به محورهای x و y و در نهایت B_x و B_y میزان جابجایی فاز نسبت به مبدأ می باشند. DFT رابطه (۹-۲) در ابعاد $M \times N$ به صورت زیر می باشد:

$$R(u,v) = j \frac{A}{2} \left[\left(e^{\frac{j2\pi u_0 B_x}{M}} \right) \delta(u+u_0, v+v_0) - \left(e^{\frac{j2\pi v_0 B_y}{N}} \right) \delta(u-u_0, v-v_0) \right] \quad (10-2)$$

با توجه به رابطه (۱۰-۲) پالسهای واقع در $(u+u_0, v+v_0)$ و $(u-u_0, v-v_0)$ در هر دو جزء صحیح و موهومی R توأم شده اند.

در ادامه الگوریتمهای مختلف ارائه شده در منابع مختلف جهت حذف نویز تناوبی مورد بررسی قرار می گیرد.

۶-۲- الگوریتمهای موجود جهت حذف نویز تناوبی

۱-۶-۲ Band Reject Filtering

این مدل فیلتر به سادگی در حوزه فرکانس ایجاد می گردد. رابطه (۱۱-۲) این فیلتر را به صورت ریاضی بیان می کند [۳].

$$H(u,v) = \begin{cases} 0 & \text{if } D_0 - \frac{W}{2} \leq D \leq D_0 + \frac{W}{2} \\ 1 & \text{else} \end{cases} \quad (11-2)$$

در رابطه فوق $D(u,v)$ فاصله از مرکز چهارگوش فرکانس است که در رابطه (۱۲-۲) معادله آن را مشاهده می نمائید ، D_0 مرکز شعاعی باند و W پهنای باند است.

$$D(u,v) = \left[\left(u - \frac{P}{2} \right)^2 + \left(v - \frac{Q}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (12-2)$$

در رابطه (۱۲-۲) ، $P \geq 2M-1$ و $Q \geq 2N-1$ می باشد. در ادامه نحوه استفاده از این فیلتر جهت حذف نویز تناوبی را مورد بررسی قرار می دهیم.

در این روش ابتدا تبدیل فوریه تصویر محاسبه شده و نمایش داده می شود و چنانچه در تصویر نمایش داده شده ، Spike یا نقاط نورانی علاوه بر مقدار DC تصویر وجود داشته باشد نتیجه

می گیریم که تصویر دارای نویز تناوبی می باشد سپس مختصات دو نقطه Spike را پیدا کرده که فاصله این دو نقطه نسبت به نقطه DC دارای یک مقدار ثابت می باشد به عبارت بهتر دو نقطه نورانی نسبت به مولفه DC تصویر متقارن می باشند، لذا با توجه به رابطه (۲-۱۱) یک دایره به مرکزیت مولفه DC تصویر و با شعاع همان مقدار ثابت بر روی تصویر فوریه رسم کرده و به جای مقادیر روی محیط دایره مقدار صفر را جهت حذف نویز تناوبی قرار می دهیم و در نهایت معکوس تبدیل فوریه تصویر را بدست آورده و آن را رسم می نمائیم. شکل (۲-۲) این مراحل را نشان می دهد. همانطور که در شکل (۲-۲) مشاهده می نمائید تصویر خروجی نسبت به تصویر اولیه بهبود یافته است. اما مشکلی که در این روش وجود دارد این است که اولاً بایستی به صورت دستی مختصات نقاط Spike را بیابیم و در نهایت به جای مقادیر محیط دایره در رابطه (۲-۱۱) مقدار صفر را قرار داده ایم که این روش خود در واقع تولید گونه دیگری از نویز می باشد. لذا این تکنیک یک روش هوشمند جهت تشخیص خودکار مختصات Spike ها و جایگزین منطقی مقادیر به جای مقادیر نویز نمی باشد.

۲-۶-۲ - Notch Filtering

این نوع فیلتر فرکانس هایی را که در همسایگی از پیش تعریف شده حول مرکز DC قرار دارند را رد یا قبول می کند. به دلیل اینکه این فیلترها متقارن می باشند لذا برشی با مرکز (u_0, v_0) باید برش متناظری در مکان $(-u_0, -v_0)$ داشته باشد. فیلترهای رد برش^{۲۱} (عبور برش^{۲۲})، به صورت حاصلضرب فیلترهای بالاگذری ساخته می شوند که مراکز آنها به مراکز برش ها انتقال یافتند. شکل کلی فیلتر برشی به صورت رابطه (۲-۱۳) می باشد.

$$H_{NR}(u,v) = \prod_{k=1}^Q H_k(u,v) H_{-k}(u,v) \quad (2-13)$$

²¹ Notch reject filter

²² Pass reject filter

در رابطه فوق $H_k(u,v)$ و $H_{-k}(u,v)$ فیلترهای بالاگذری هستند که مراکز آنها به ترتیب در (u_k, v_k) و $(-u_k, -v_k)$ قرار دارند. این مراکز نسبت به مرکز DC فرکانس، یعنی $(\frac{M}{2}, \frac{N}{2})$ مشخص شده است. بنابراین محاسبات فاصله برای هر فیلتر با رابطه (۲-۱۴) و (۲-۱۵) انجام می گیرد.

$$D_k(u,v) = \left[\left(u - \frac{M}{2} - u_k\right)^2 + \left(v - \frac{N}{2} - v_k\right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۲-۱۴)$$

9

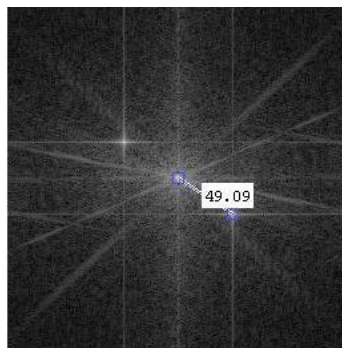
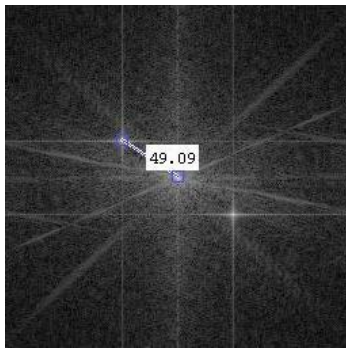
$$D_{-k}(u,v) = \left[\left(u - \frac{M}{2} + u_k\right)^2 + \left(v - \frac{N}{2} + v_k\right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۲-۱۵)$$

حالا با توجه به مطالب فوق می توانیم فیلترهای رد برش (عبور برش) مختلفی طراحی نمائیم. به عنوان مثال فیلتر رد برش Butterworth با مرتبه n به صورت زیر طراحی می شود :

$$H_{NR}(u,v) = \prod_{k=1}^n \left[\frac{1}{1 + \left[\frac{D_{0k}}{D_k(u,v)} \right]^{2n}} \right] \left[\frac{1}{1 + \left[\frac{D_{0k}}{D_{-k}(u,v)} \right]^{2n}} \right] \quad (۲-۱۶)$$

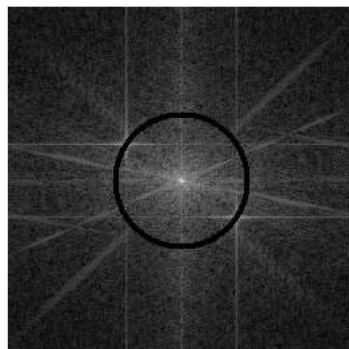
که در فیلتر بالا D_k و D_{-k} با معادلات (۲-۱۴) و (۲-۱۵) بدست می آیند و ثابت D_{0k} برای هر جفت برش یکسان می باشد. کلیه فیلترهای رد برش به همین ترتیب ساخته می شوند.

به عنوان مثال نمونه ای از این فیلتر جهت حذف نویز تناوبی را بررسی می نمائیم. این شیوه نیز مشابه روش فیلتر رد باند می باشد با این تفاوت که به جای رسم یک دایره با مقادیر صفر، سطر و ستونهای مربوط به دو نقطه Spike، که چهار خط را تشکیل می دهند حذف می نماید (با جایگزین نمودن مقادیر صفر برای سطر ها و ستونهای مذکور). شکل (۲-۴) نتیجه این روش را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می گردد تصویر حذف نویز شده شکل (۲-۴) (الف) نسبت به تصویر حذف نویز شده شکل (۲-۲) بیشتر بهبود یافته است. در این تکنیک نیز همان مشکلات روش قبلی، (یعنی مولفه های نویز به صورت دستی بایستی مشخص شوند و مقادیر جایگزین شده به جای مولفه های نویز مقدار صفر می باشد) وجود دارد ولی با این تفاوت که خروجی فیلتر رد برش بهتر از رد باند می باشد.

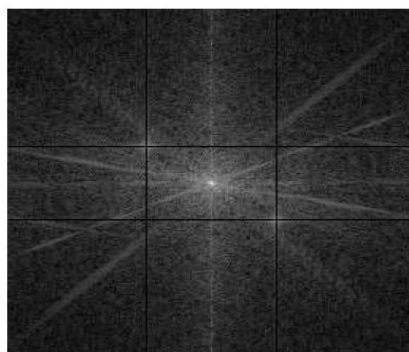


تبدیل فوریه تصویر اصلی با نمایش فاصله دو Spike تا مقدار DC تصویر

تصویر اصلی



تصویر بعد از حذف مولفه های نویز تناوبی حذف نویز تناوبی از تبدیل فوریه با رسم دایره با مقادیر صفر شکل (۳-۲) از سمت راست تصویر حذف نویز شده با روش فیلتر میان گذر و تصویر تبدیل فوریه آن



(ب)

(الف)

شکل (۴-۲) (الف) تصویر بعد از حذف نویز تناوبی، (ب) حذف مولفه های نویز تناوبی با فیلتر رد برش

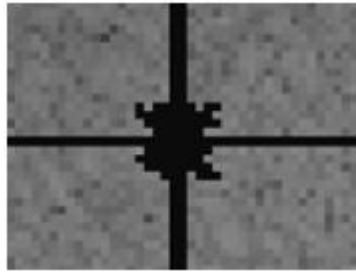
۲-۶-۳- فیلتر برشی بهینه

در [۵] روشی جهت هوشمند کردن فیلتر برشی بهینه برای حذف نویز تناوبی ارائه شده است که به عنوان فیلتر برشی بهینه هوشمند معرفی گردیده است. هدف این فیلتر کمینه نمودن واریانس محلی تصویر فیلتر شده می باشد که برای این منظور شکل نویز را از تصویر آلوده به نویز جدا کرده و نسبت

وزن دار شده ای از شکل نویز را از تصویر آلوده به نویز کسر می نماید. از تکنیک آستانه گیری جهت پیدا نمودن مولفه های نویز تناوبی ، نقاط Spike در حوزه فرکانس تصویر ، استفاده شده است [۶] و جهت محاسبه آستانه از روش تقطیع هدف در تصاویر مادون قرمز استفاده شده است [۷]، که روش ارائه شده بدین صورت است که بیشینه دامنه در حوزه فرکانس (A_{max}) و متوسط دامنه در حوزه فرکانس (A_{mean}) محاسبه و مقدار آستانه (A_{Thr}) از رابطه (۲-۱۷) بدست می آید :

$$A_{Thr} = \frac{(A_{max} + A_{mean})}{2} \quad (۵) [۲-۱۷]$$

جهت بدست آوردن بیشینه دامنه مقدار مولفه DC در نظر گرفته نشده و برای این منظور از مرکز طیف فرکانس تصویر به سمت خارج دوایری با شعاع مضربی از عدد ۵ رسم شده که در هر دایره میانگین مجموع مولفه فرکانسی را بدست آورده و نتایج حاصله را در یک رشته در نظر گرفته اند و با مقایسه دو مقدار قبل و دو مقدار بعد اگر دره ای وجود داشته باشد بیانگر شعاع دایره ای خواهد بود که به نام R_{If} معرفی شده و جهت محاسبه بیشینه دامنه فرکانس ، دامنه های خارج از این محدوده در نظر گرفته خواهد شد. در واقع روش فوق جهت صرف نظر نمودن از مولفه DC تصویر در محاسبات است. جهت محاسبه مقدار میانگین دامنه نیز از هر چهار گوشه ناحیه حوزه فرکانس کمانی با اندازه نصف فاصله از گوشه تا وسط ضلع کوچکتر در نظر گرفته شده و در این محدوده مقدار میانگین دامنه را محاسبه می نمایند و در نهایت مقدار آستانه را با رابطه (۲-۱۷) محاسبه می نمایند. در ادامه جهت یافتن تصویر ماسک یا پهنای باند اشغالی توسط نویز به این شکل عمل شده است که با توجه به مقدار آستانه و پیدا نمودن مراکز Spike یک پنجره 3×3 در اطراف آن در نظر گرفته و همزمان با آن یک پنجره 5×5 نیز در نظر می گیرند و در نهایت از میزان تغییر شدت پیکسل های محیطی مجاور همدیگر از مربع کوچکتر و بزرگتر را با هم مقایسه می نمایند و با این تکنیک مولفه نویز را حذف می نمایند که در شکل (۲-۵) محل Spike با ماسک پوشانده شده نمایش داده شده است.



شکل (۵-۲) بزرگنمایی در محل Spike با ماسک پوشانده شده

در ادامه با توجه به فیلتر برشی بهینه در [۳]، با مشاهده شکل نویز از مرحله ماسک نمودن فیلتر برشی عبور، $H(u,v)$ را طوری طراحی می نمایند که فقط اجزاء فرکانسی مربوط به شکل نویز را عبور دهد و با استفاده از رابطه (۷-۲) و اعمال معکوس تبدیل فوریه گسسته شکل نویز را بدست می آورند و در نهایت وزنی از تصویر نویز بدست آمده را از تصویر آلوده به نویز مطابق رابطه (۱۸-۲) کسر نموده و تصویر حذف نویز شده را بدست می آورند.

$$\hat{f}(x,y)=g(x,y)-w(x,y)\tau(x,y) \quad (۱۸-۲)$$

که $g(x,y)$ تصویر آلوده به نویز و $\tau(x,y)$ تصویر نویز استخراج شده و $w(x,y)$ وزن مربوطه و $\hat{f}(x,y)$ تصویر تصحیح شده بدون نویز می باشد. مسئله در این قسمت پیدا نمودن $w(x,y)$ می باشد که به آن تابع وزن دار کننده یا مدوله گویند [۳] و هدف این است که واریانس $\hat{f}(x,y)$ را در همسایگی خاص هر نقطه (x,y) مینیمم مقدار نمایند. نتایج به صورت شکل (۶-۲) جهت ارزیابی کیفی ارائه شده و در جدول (۱-۲) ارزیابی کمی بیان شده است.



شکل (۶-۲) از سمت راست به چپ تصویر ورودی، تصویر آلوده شده به نویز، تصویر اصلاح شده با فیلتر برشی بهینه هوشمند، تصویر اصلاح شده با روش فیلتر میانه در حوزه فرکانس

معیارهای آماری در نظر گرفته شده، میانگین خطای مطلق (MAE) و معیار انحراف استاندارد (STD) می باشد [۸].

جدول (۱-۲) مقایسه نتیجه فیلتر میانه و برشی بهینه هوشمند در حذف نویز تناوبی [۵]

پارامتر مورد بررسی	فیلتر میانه در حوزه فرکانس	فیلتر برشی بهینه هوشمند
MAE	۴.۷۷	۴.۳۵
STD	۸.۷۴	۸.۴
Time (Sec)	۶۲	۸

مشکلی که در مقاله فوق موجود است این است که اولاً جهت استخراج شکل نویز توسط فیلتر عبور برش به صورت چشمی بایستی ایجاد گردد، ثانیاً مطابق تصویر خروجی همانطور که در شکل (۲-۶) مشاهده می نمائید حالت صورت و برگه کاغذ در تصویر به هم خورده است لذا هدف نویسندگان فقط حذف هاشورهای تصویر بوده و این در حالی است که کیفیت بافت تصویر حفظ نشده است.

۲-۶-۴- فیلتر میانگین در حوزه فرکانس

در [۹] استفاده از فیلتر میانگین در حوزه فرکانس جهت حذف نویز تناوبی بیان شده است. در این روش یک پنجره یا ماسک محلی تعریف شده و عمل مقایسه بین دامنه طیف فرکانسی تصویر و مقدار میانگین پیکسلهای اطراف آن انجام می شود [۱۰]. این مدل فیلتر روشی جهت تشخیص Spike های حاصل از نویز تناوبی در حوزه فرکانس می باشد، در عین حال جهت تشخیص نویزهای تناوبی که فرکانس کمی دارند و تقریباً قابل مشاهده در حوزه فرکانس نیستند یا به عبارت بهتر در مولفه DC تصویر به نحوی قرار گرفته اند مناسب نیست [۱۱]. برای اینکه مشخص شود کدام یک از المانهای واقع در پنجره برای انجام محاسبه انتخاب می شود، ماسکی از قبل تعریف می شود. این ماسک، یک ماتریس باینری و ابعاد $N \times N$ می باشد. پنجره های محلی باید با ماسک مورد نظر پوشانیده شده و اگر المانی از ماسک متناظر با مقدار دامنه طیف فرکانسی در پنجره محلی برابر با یک بود، آنگاه مقدار

دامنه طیفی این پیکسل در محاسبه میانگین محلی در نظر گرفته می شود. المان مرکزی پنجره محلی باید در محاسبه میانگین محلی در نظر گرفته نشود، زیرا ممکن است به علت نویز تناوبی آلوده باشد. بنابراین المان مربوطه به آن را در ماسک برابر صفر قرار می دهیم. رابطه (۲-۱۹) ، ماتریس ماسک M را نشان می دهد. در اینجا M ماسک ، X دامنه طیف فرکانس ، T تعداد المانهای غیر صفر در M ، میانگین در پنجره محلی اطراف سطر K ام و ستون L ام می باشد که از رابطه (۲-۲۰) بدست می آید.

$$M = \begin{bmatrix} m_{00} & . & . & . & m_{0,N-1} \\ & & . & & \\ . & & 0 & & . \\ & & . & & \\ m_{N-1,0} & . & . & . & m_{N-1,N-1} \end{bmatrix} \quad (۲-۱۹)$$

$$m_{i,j} = \{0,1\}$$

$$m_{\frac{N-1}{2}, \frac{N-1}{2}} = 0$$

$$S_{kl} = \frac{\sum_{i=-N/2}^{N/2} \sum_{j=-N/2}^{N/2} m_{ij} |X_{k+i, l+j}|}{T} \quad (۲-۲۰)$$

معیار تعیین مولفه نویزی با رابطه (۲-۲۱) مشخص می شود که در این رابطه θ مقدار آستانه است که

با تحلیل طیف تصویر بدون نویز بدست می آید. یک تخمین ساده نشان می دهد که شرط $\frac{X_{kl}}{S_{kl}} < 5$

(برای پنجره ای با ابعاد $3*3$) زمانی که Spike ای در طیف وجود نداشته باشد (تصویر دارای نویز

تناوبی نباشد)، درست می باشد. لذا مطابق رابطه (۲-۲۱) بایستی $\theta > 4$ باشد. چنانچه شرط (۲-۲۱) درست

باشد آنگاه مقدار X_{kl} متناظر با یک Spike می باشد.

$$\frac{X_{kl}}{S_{kl}} > \theta \quad (۲-۲۱)$$

جهت حذف Spike بدست آمده از رابطه (۲-۲۲) استفاده می نمائیم.

$$\widehat{X_{kl}} = \frac{X_{kl}}{\delta} \quad (22-2)$$

انتخاب δ بایستی به صورتی باشد که بتوان Spike را حذف نمود به طوری که اگر $\frac{X_{kl}}{\delta} \rightarrow 0$ برقرار باشد آنگاه ما یک Spike را با یک Spike دیگر جایگزین نموده ایم. این فیلتر در حذف نویز تناوبی وقتی در حوزه فرکانس بسیار تیز بوده، خوب عمل کرده ولی وقتی نویز در حوزه فرکانس پهن باشد، اثر آن کاهش یافته و قسمتهایی از نویز باقی می ماند.

۲-۶-۵- فیلتر میانه در حوزه فرکانس

در [۹] فیلتر میانه در حوزه فرکانس جهت مشکلات حذف نویز تناوبی توسط فیلتر میانگین در حوزه فرکانس پیشنهاد شده است. تکنیک استفاده از فیلتر میانه در حوزه فرکانس همانند حوزه مکان می باشد و تنها تفاوت آن این است که قبل از اعمال هرگونه فیلتری، چک می نماید که آیا ضرایب طیف فرکانس نیاز به تصحیح دارند؟ دامنه طیف فرکانس با لغزاندن پنجره‌ای با ابعاد $m*n$ فیلتر می گردد. هر کدام از دامنه های طیف فرکانس با مقدار میانه پنجره محلی چک می گردد و از مقایسه نسبت مقدار دامنه فرکانس مرکزی پنجره به مقدار میانه محاسبه شده در آن پنجره با یک مقدار آستانه پی به آلوده بودن پیکسل می برد. اگر این نسبت از آستانه بزرگتر باشد، آنگاه پیکسل مورد بررسی، آلوده به نویز محسوب شده و مقدار میانه جایگزین آن می گردد و در غیر این صورت بدون تغییر باقی می ماند. رابطه (۲۳-۲) تحقق این فیلتر را نشان می دهد.

$$Y_{ij} = \begin{cases} MED(X_{ij}) & \text{if } \frac{X_{ij}}{MED(X_{ij})} \geq \theta \text{ and } (i, j) \neq (0,0) \\ X_{ij} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (23-2)$$

در این رابطه X_{ij} مقدار دامنه متناظر با فرکانس مکانی (i,j) و Y_{ij} مقدار دامنه فرکانسی حاصله پس از اعمال فیلتر می باشد. $MED(X_{ij})$ مقدار میانه در پنجره محلی فیلتر با ابعاد $m*n$ و θ مقدار آستانه است. همانطور که در رابطه مشخص شده است، روی ضریب طیفی X_{00} فیلتر اعمال نمی شود زیرا

این فرکانس بیانگر میانگین روشنایی تصویر بوده و تنها قله‌ای است که باید بدون تغییر باقی بماند. اندازه پنجره های مناسب فیلتر میانه فرکانسی $5 \times 7, 5 \times 9, 7 \times 9$ و 11×11 پیشنهاد شده، که وابسته به اندازه پهنای باند اشغالی نویز و کاملاً تجربی، انتخاب می‌گردد. مقدار آستانه نیز برای اندازه فیلتر 5×5 و 7×7 عدد ۳ و برای اندازه های بزرگتر مقدار ۶ پیشنهاد شده است. از معایب این فیلتر انتخاب تجربی اولیه پارامترهای آستانه و اندازه پنجره فیلتر می‌باشد.

۲-۶-۶- فیلتر میانه گوسی

همانطور که در مورد فیلتر میانه توضیح داده شد برای رفع اشکالات آن در [۱۲] فیلتری به صورت عمومی طراحی شده است که نویزهای تناوبی با فرکانس پایین و بالا را بتواند تشخیص دهد و حذف نماید. جهت تشخیص خودکار Spike از میانه پنجره محلی در طیف فرکانس تصویر استفاده شده است [۱۳]. جهت تشخیص اتوماتیک پیک ها در طیف دامنه فرکانس لازم است که محدوده فرکانس پایین طیف یا همان مولفه DC تصویر محدوده اش مشخص شود تا تغییرات مربوط به تصحیح نویز در این قسمت اعمال نشود و باعث بروز نویز ناخواسته ای در تصویر نگردد ، بدین ترتیب جهت حفظ مولفه DC تصویر یک دایره ای در اطراف آن تعریف نموده اند و نام این قسمت را R_{lf} گذاشته اند. در واقع همان ایده مطرح شده در [۹] جهت تشخیص پیک ها در اینجا مطرح شده است به این ترتیب که (i,j) امین ضریب طیف X_{ij} یک پیک است اگر نامساوی رابطه (۲-۲۴) حفظ شود.

$$\frac{X_{ij}}{\overbrace{\text{MED}(X_{ij})}^{m \times n}} \geq \theta \quad (2-24)$$

θ پارامتر اصلی الگوریتم تشخیص پیک می باشد به طوری که قدرت الگوریتم تشخیص دهنده می باشد و اثر آن در تعداد تشخیص پیک ها در طیف دامنه فرکانس مشخص می شود. انتخاب θ بزرگ باعث می شود تا دقت بالا رود و تعداد تشخیص های غلط پیک کاهش یابد بازهم در هر صورت لازم است که مقدار θ وابسته به نوع نویز مشخص شود به خصوص در مواردی که پیک ها دامنه شان

کم می باشد و تقریباً قابل مشاهده نیستند. لذا با توجه به نسبت $\frac{X_{ij}}{\overbrace{MED(X_{ij})}^{m*n}}$ در رابطه (۲-۲۴) زمانی

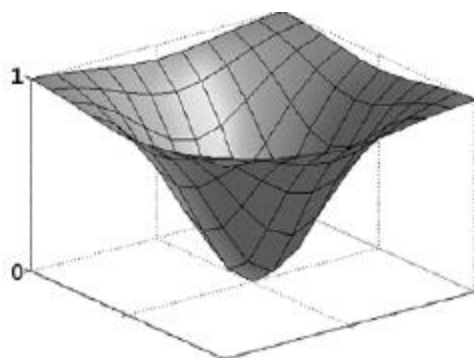
که هیچگونه پیکی در طیف دامنه فرکانس تصویر وجود ندارد مقدار نسبت فوق به عدد یک نزدیک است. بنابراین چنانچه مقدار X_{ij} بزرگتر از مقدار میانه باشد شاید X_{ij} یک پیک باشد لذا حداقل تخمین جهت θ مقدار ۱ می باشد یعنی $\theta > 1$. بعد از این توسط الگوریتم تشخیص پیک، پی به نویزی بودن تصویر می برند بنابراین جهت کاهش و یا حذف نویز از فیلتر میانه گوسی به صورت زیر استفاده می نمایند.

$$\overline{D_{mn}^{ij}} = \begin{cases} D_{mn}^{ij} \circ G_{mn} & , \text{if } \frac{X_{ij}}{\overbrace{MED(X_{ij})}^{m*n}} \geq \theta \\ D_{mn}^{ij} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-25)$$

همانطور که در رابطه فوق مشاهده می نمائید شرط اعمال فیلتر میانه گوسی همان شرط تشخیص پیک می باشد. D_{mn}^{ij} یک پنجره $m*n$ در اطراف (i,j) امین ضریب طیف دامنه فرکانس می باشد. $\overline{D_{mn}^{ij}}$ همان پنجره بعد از فیلتر شدن می باشد. علامت "o" بیانگر ضرب المان های دو ماتریس $m*n$ می باشد. G_{mn} یک ماتریس $m*n$ ای است که (x,y) امین المان آن از رابطه (۲-۲۶) بدست می آید.

$$G_{mn}(x,y) = 1 - Ae^{-B(x^2+y^2)} \quad (2-26)$$

در رابطه فوق ، $0 < A \leq 1$ ضریب مقیاس محور z است و $0 < B \leq 1$ ضریب مقیاس محورهای x و y می باشد. رابطه (۲-۲۶) شبیه به یک سطح گوسی می باشد. این سطح گوسی در شکل (۲-۷) دیده می شود. مشکلاتی که در مقاله فوق وجود دارد با توجه به اینکه خروجی متد مطرح شده در آن جالب است ولی در تخمین میزان پارامتر θ سیستم حساس است و اگر میزان آن را خیلی بالا در نظر بگیریم ممکن است پیک های ضعیف را تشخیص ندهد و اگر خیلی کم در نظر بگیریم ممکن است به جای پیک های ضعیف مقادیر دیگری از طیف دامنه فرکانس را تغییر دهد و باعث بروز مشکلات دیگر شود.



شکل (۷-۲) سطح گوسی رابطه (۲۶-۲) [۱۲]

۲-۶-۷- فیلتر رد برش گوسی

در [۱۴] توضیح داده شده است که میانه محلی جهت تشخیص Spike ها (پیک ها) مناسب است ولی فیلتر میانه در حوزه فرکانس ، رابطه (۲۳-۲) ، فقط تیزی پیک ها را برطرف می نماید در صورتی که اثبات می شود که به طور کلی روش مناسبی جهت حذف کامل نویز تناوبی نمی باشد. جهت حذف نویز از فیلتر رد برش گوسی، رابطه (۲۷-۲) استفاده می گردد [۱۵] و ایده مطرح شده این است که جهت تشخیص پیک ها از همان روش میانه محلی استفاده گردد [۱۶]. در این رابطه D_1 و D_2 فاصله اقلیدسی از نقطه (u,v) تا پیک و نقطه مقابل متقارن آن می باشد و D_0 شعاع از پیش تعریف شده همسایگی هر دو پیک می باشد.

$$H(u,v) = 1 - \exp\left(-\frac{D_1(u,v)D_2(u,v)}{2D_0^2}\right) \quad (۲۷-۲)$$

سطح اشغال شده توسط یک پیک از سطح H خیلی کمتر می باشد در نتیجه ممکن است طیف های دیگری که شامل نویز نمی باشند توسط رابطه (۲۷-۲) تصحیح شود و لذا برای حل این مشکل در [۱۴] ترکیبی از فیلتر رد برش گوسی به همراه تشخیص دهنده نیمه خودکار پیک در [۹] ارائه شده

است. جهت تشخیص پیک از رابطه (۲۴-۲) استفاده شده و جهت تصحیح ضرایب طیف دامنه فرکانس از پنجره فیلتر رد برش گوسی^{۲۳}، رابطه (۲۸-۲)، استفاده می گردد.

$$\overline{D_{mn}^{ij}} = \begin{cases} D_{mn}^{ij} \circ G_{mn} & , \text{if } \frac{X_{ij}}{\underbrace{\text{MED}(X_{ij})}_{m^*n}} \geq \theta \\ D_{mn}^{ij} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (28-2)$$

D_{mn}^{ij} در واقع یک پنجره m^*n اطراف X_{ij} می باشد و $\overline{D_{mn}^{ij}}$ همان ناحیه بعد از فیلتر می باشد. عملگر $\circ$ ضرب المانی ماتریس ها است. G_{mn} یک ماتریس m^*n است که (x,y) امین المان آن در رابطه (۲۹-۲) تعریف شده است.

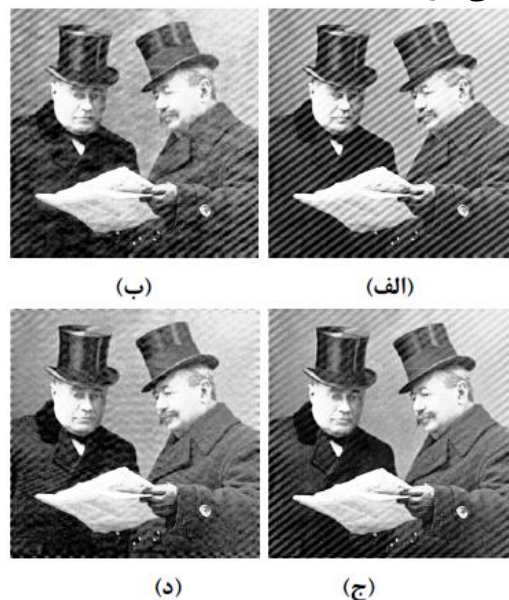
$$G_{mn}(x,y) = 1 - Ae^{-B(x^2+y^2)} \quad (29-2)$$

$$x = -\left[\frac{n}{2}\right], \dots, \left[\frac{n}{2}\right] \quad \text{and} \quad y = -\left[\frac{m}{2}\right], \dots, \left[\frac{m}{2}\right]$$

تفاوت رابطه (۲۹-۲) با رابطه (۲۷-۲) در این است که این رابطه بر اساس رابطه (۲۴-۲) جهت تشخیص نویز با پنجره ای به اندازه m^*n ، باعث می شود تا فیلتر تعریف شده در (۲۹-۲) به صورت یک پنجره m^*n در آید که پیک تشخیص داده شده در مرکز آن می باشد در صورتی که در (۲۷-۲) به این شکل نمی باشد. در واقع رابطه (۲۹-۲) به صورت محلی اعمال می گردد در صورتی که رابطه (۲۷-۲) چنین عملی را نمی تواند انجام دهد. عرض پیک توسط $B > 0$ و اندازه آن توسط $0 < A \leq 1$ در رابطه (۲۹-۲) کنترل می گردد. مشکل روش مذکور این است که تعداد پارامترها خیلی زیاد است و در برخی موارد بایستی با سعی و خطا این پارامترها به بدست آورد که این مسئله یکی از نواقص تکنیک مطرح شده می باشد.

²³ Windowed Gaussian Notch Filter(WGNF)

در [۱۷] تکنیکی با نام فیلتر میانه هوشمند در حوزه فرکانس جهت حذف نویز تناوبی ارائه گردیده است. در این مرجع جهت تشخیص Spike ها به صورت خودکار از روش ارائه شده در قسمت ۳ و رابطه (۲-۱۷) استفاده شده است. اما جهت تصحیح مقادیر نویز در حوزه فرکانس ، ابتدا از تکنیک رشد ناحیه استفاده کرده و مولفه های همراه نویز را با اعمال دو ماسک 3×3 و 5×5 که در قسمت ۳ توضیح داده شده بدست می آورند که بعد از بدست آوردن ماسک مربوط به نویز تناوبی فیلتر میانه را فقط برای قسمت طیف دامنه فرکانس نویز جهت تصحیح آن استفاده نموده اند و به جای استفاده از فیلتر میانه به صورت مربعی در این قسمت از حالت بعلاوه (+) استفاده کرده اند و نتیجه این فیلتر در شکل (۲-۸) مشاهده می گردد. البته منظور از هوشمند بودن فیلتر میانه در این قسمت مشخص نیست. مشکلی که روش فوق دارد این است که در حالتی که میزان فرکانس نویز تناوبی پایین باشد قادر به تشخیص خودکار مولفه های نویز نمی باشد و ضمن اینکه حاصل خروجی این روش گاهی اوقات باعث اوجاج در تصویر می گردد.



شکل (۲-۸) الف- تصویر آلوده به نویز، تصاویر اصلاح شده با ب- فیلتر میانگین ، ج- فیلتر میانه ، د- فیلتر میانه هوشمند

۷-۲- نتیجه گیری

به طور کلی روشهای بررسی شده در این فصل دارای یک مشکل اساسی می باشند که اگر فرکانس نویز تناوبی پایین باشد و به عبارتی نزدیک به مولفه DC تصویر باشد روشهای فوق قدرت خیلی کمی در تشخیص و حذف آن دارند. دومین مشکلی که کلیه روش ها دارند این است که اطراف تصویر بعد از عمل کاهش نویز همچنان دچار نویز می باشد و سومین ایراد وارده این است که در مورد حذف نویز تناوبی از تصاویر رنگی بحثی نشده است.

فصل سوم

سریهای زمانی

۱-۳- مقدمه

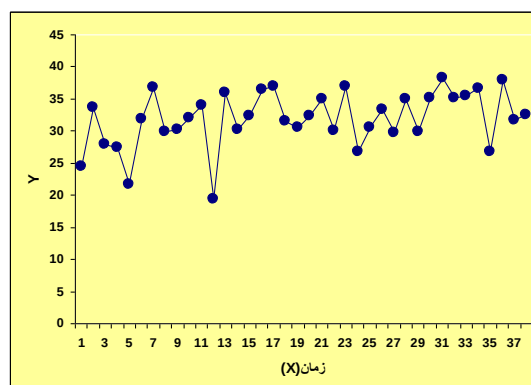
یک سری زمانی^{۲۴}، دنباله ای مرتب شده از مشاهدات است، فرآیند مرتب سازی معمولاً برحسب زمان است ولی می تواند برحسب ابعاد دیگری مانند فاصله نیز مرتب گردد [۱۸] و معمولاً آن را به صورت زیر نمایش می دهند :

$$X_{t_1}, X_{t_2}, X_{t_3}, \dots, X_{t_N} \quad (۱-۳)$$

زمینه هایی که از سری زمانی استفاده می شود عبارتند از :

- ۱- کشاورزی: مشاهده سالانه مقدار محصول و قیمت های غله.
- ۲- بازرگانی و اقتصاد: قیمت های موجود در پایان روز ، نرخهای بهره هفتگی، شاخص قیمتهای ماهانه ، فروش سه ماهه و درآمدهای سالانه.
- ۳- مهندسی: صدا، علائم الکتریکی و ولتاژ.
- ۴- پزشکی: الکتروانسفالوگرام، الکتروکاردیوگرام.

کاربرد سری های زمانی فقط در موارد مذکور نمی باشد بلکه در کلیه زمینه ها می توان از این ابزار ریاضی و آمار استفاده نمود. شکل (۱-۳) یک نمونه سری زمانی را نشان می دهد.



شکل (۱-۳) نمودار یک سری زمانی، محور افقی بیانگر زمان و محور عمودی مقادیر سری را نشان می دهد.

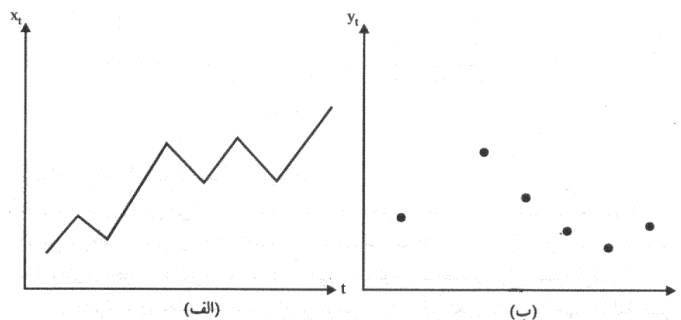
۲-۳- انواع سری های زمانی [۱۹]

۱-۲-۳- سری زمانی پیوسته

سری زمانی که در آن مشاهدات به طور پیوسته در زمان ثبت می شوند را سری زمانی پیوسته گویند مانند علائم الکتریکی و ولتاژ که نمونه ای از آن در شکل (۲-۳ الف) رسم شده است.

۲-۲-۳- سری زمانی گسسته

سری زمانی که در آن مشاهدات در فواصل زمانی مشخصی ثبت می شوند را سری زمانی گسسته گویند مانند نرخهای بهره و حجم فروش که نمونه ای از آن در شکل (۲-۳ ب) رسم شده است.

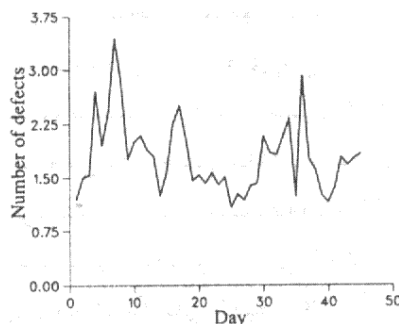


شکل (۲-۳) (الف) سری زمانی پیوسته ، (ب) سری زمانی گسسته

۳-۳- تقسیم بندی دیگری جهت سری های زمانی وجود دارد که عبارتند از [۱۹] :

۱-۳-۳- سری های زمانی ایستا در میانگین :

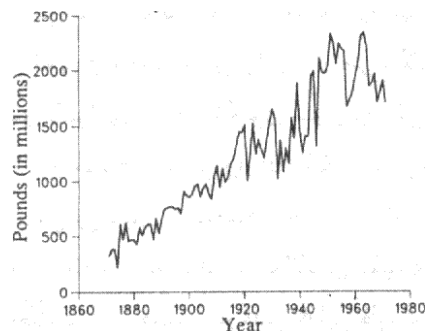
اگر مشاهدات یک سری زمانی در حول سطح ثابتی تغییر نماید، اصطلاحاً به این مدل سری زمانی ، سری زمانی ایستا در میانگین گویند و نمونه ای از آن در شکل (۳-۳) رسم شده است.



شکل (۳-۳) نمونه ای از سری زمانی ایستا در میانگین

۳-۳-۲- سریهای زمانی نایستا در میانگین و واریانس

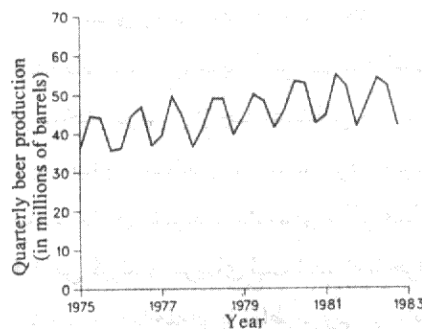
اگر مشاهدات یک سری زمانی در حول سطح ثابتی تغییر نکند و یک روند رو به بالا یا پایین را در حالت کلی داشته باشد و علاوه بر آن واریانس سری با اضافه شدن سطح سری افزایش یابد مانند شکل (۳-۴)، اصطلاحاً به این مدل سری زمانی، سری زمانی نایستا در میانگین و واریانس گویند.



شکل (۳-۴) نمونه ای از سری زمانی نایستا در میانگین و واریانس

۳-۳-۳- سریهای زمانی فصلی

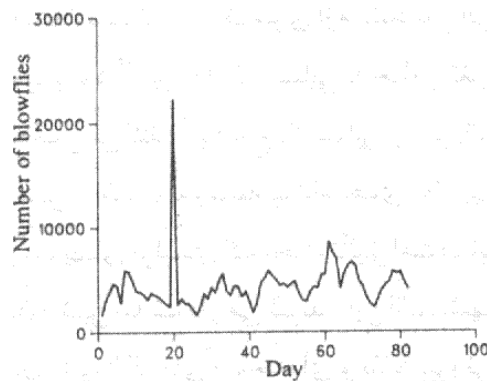
چنانچه مشاهدات یک سری زمانی به واسطه تغییرات فصلی، طبیعتی تکراری داشته باشد، مانند شکل (۳-۵) اصطلاحاً به این مدل سری زمانی، سری زمانی فصلی گویند.



شکل (۳-۵) نمونه ای از سری زمانی فصلی

۳-۳-۴- سریهای زمانی آزمایشگاهی

این مدل سری، پدیده ای از نایستایی به دلیل تغییر در ساختار سری از چند اغتشاش خارجی را منعکس می نماید. نمونه ای از این سریها عبارتند از سریهای تولیدی که تحت تأثیر اعتصاب ها قرار می گیرند و نمونه ای از آن را در شکل (۳-۶) مشاهده می نمائید.



شکل (۳-۶) نمونه ای از سری زمانی فصلی

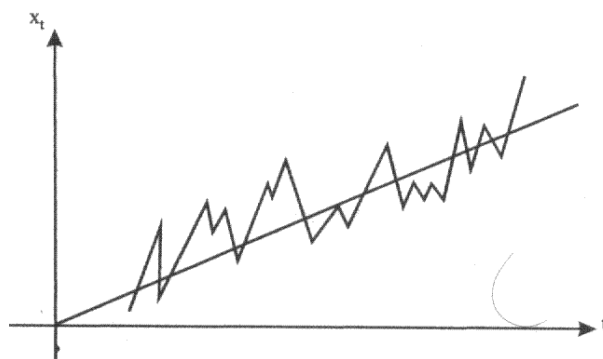
نکته حائز اهمیت این است که سریهای زمانی نایستا را می توان با تبدیلات مناسبی به سری ایستا تبدیل نمود مانند مورد دوم و سوم در تقسیم بندی بالا، ولی نایستایی مدل چهارم را نمی توان با یک تبدیل استاندارد حذف نمود.

۳-۴- اجزاء تشکیل دهنده یک سری زمانی [۲۰]

برای تحلیل یک سری زمانی فرض می نمائیم که تغییرات سری نتیجه چهار مولفه اصلی زیر می باشد:

۳-۴-۱- روند

روند بیانگر تغییرات درازمدت در میانگین سری زمانی می باشد، به عبارت بهتر به سیر طبیعی سری زمانی در درازمدت روند می گویند برای این منظور افت و خیزهای سری زمانی را نادیده گرفته و نمای کلی آن را مورد توجه قرار می دهند.



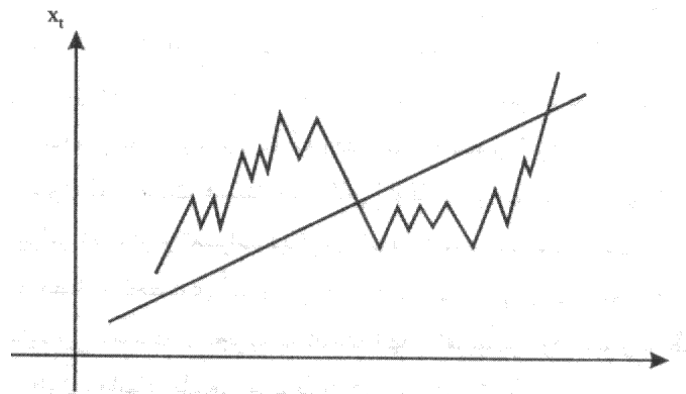
شکل (۳-۷) خط ترسیم شده بر روی سری زمانی بیانگر روند سری می باشد

۳-۴-۲- تغییرات فصلی

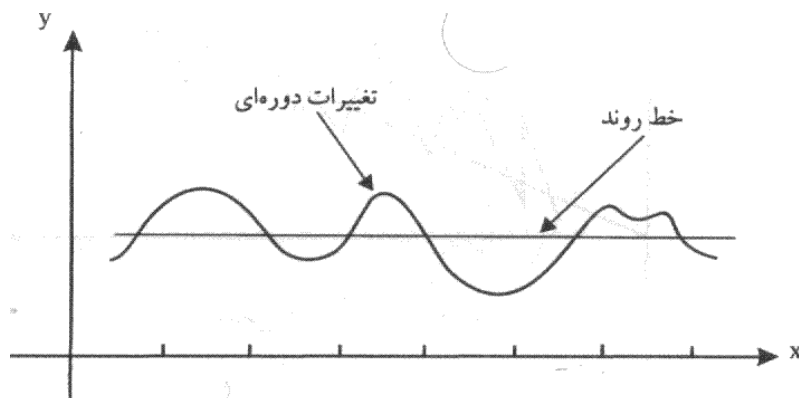
تغییرات فصلی، تغییراتی می باشند که در دوره های تناوبی کوتاهی پیش می آیند. این تغییرات مربوط به عواملی می باشند که به طریقی منظم و چرخه ای روی یک دوره عمل می نمایند.

۳-۴-۳- تغییرات دوره ای

حرکات نوسانی در یک سری زمانی با دوره نوسان خیلی بالا را تغییرات دوره ای می نامند. تغییرات مذکور در سریهای زمانی به واسطه افت و خیزهایی است که بعد از یک دوره دوباره تکرار می گردد. در نوسانات دوره ای ممکن است بعد از هر دوره دقیقاً از یک الگوی مشترک استفاده شود ولی در برخی مواقع ممکن است این الگو مشابه نباشد.



شکل (۳-۸) تغییرات فصلی به همراه خط روند در سری مشخص شده است.



شکل (۳-۹) تغییرات دوره ای به همراه خط روند در سری مشخص شده است.

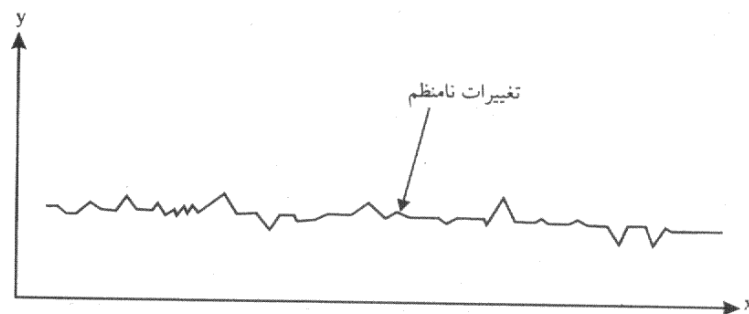
۳-۴-۴- تغییرات نامنظم

در سریهای زمانی عاملی به نام تغییرات نامنظم یا تصادفی وجود دارد که این تغییرات به دلایل غیرقابل پیش بینی به طور نامنظم عمل می نماید و الگوی معینی ندارند و دوره زمان وقوع آنها نیز مشخص نیست و به این دلیل به آن تغییرات نامنظم گویند.

با توجه به چهار مولفه ذکر شده در سریهای زمانی ، الگوی سری زمانی را می توانیم توسط رابطه (۲-۳) در نظر بگیریم.

$$x_t = T.S.C.I \quad (2-3)$$

که x_t مقدار مشاهده شده در لحظه t ، T روند، S تغییرات فصلی، C تغییرات دوره ای و I تغییرات نامنظم می باشد.



شکل (۳-۱۰) تغییرات نامنظم در سری زمانی

۳-۵- هدف از تجزیه و تحلیل سریهای زمانی

هدف اصلی از تجزیه و تحلیل سریهای زمانی دو مورد است :

۳-۵-۱- درک یا به مدل در آوردن مکانیسم تصادفی که منجر به مشاهده سری می گردد.

۳-۵-۲- پیش بینی مقادیر آینده سری بر مبنای مقادیر گذشته آن می باشد.

۳-۶- استراتژی الگوسازی [۲۱]

پیدا کردن الگوهای مناسب برای سریهای زمانی کار مهمی است. یک استراتژی چند مرحله ای برای ساختن یک الگو بوسیله آقایان باکس و جینکینس در سال ۱۹۷۶ وضع شده است. در این روش سه مرحله عمده وجود دارد که از هر یک از آنها ممکن است چندین بار استفاده کنیم:

۳-۶-۱- تشخیص (یا شناسایی) الگو

۳-۶-۲- برازش الگو

۳-۶-۳- تشخیص درستی الگو

در تشخیص یا شناسایی الگو، دسته ای از الگوهای سریهای زمانی را که برای سری زمانی مشاهده شده مناسب است انتخاب می کنیم. در این مرحله نمودار زمانی سری را مورد توجه قرار داده و آماره های متفاوت زیادی را از داده ها محاسبه می کنیم و همچنین از اطلاعاتمان در زمینه موضوعی که داده ها بدست آمده اند، مانند اقتصاد، فیزیک، شیمی یا بیولوژی که داده ها از آنجا ناشی شده اند استفاده می کنیم. تاکید می کنیم الگویی که در این مرحله انتخاب می شود آزمایشی است و به تجدید نظری که بعداً تجزیه و تحلیل می شود بستگی دارد.

در انتخاب الگو اصل امساک را در نظر می گیریم، یعنی الگویی که به کار برده می شود باید به کمترین تعداد ممکن پارامترها، که بطور قابل قبولی داده ها را مشخص می کند نیاز داشته باشد.

بطور قطع الگو شامل یک یا چندین پارامتر است که باید مقادیرشان از سری مشاهده شده برآورد شود. برازش الگو، پیدا کردن بهترین برآوردهای ممکن پارامترهای نامعلوم الگوی داده شده را شامل می شود. محک هایی مانند کمترین مربعات و درست نمایی ماکزیمم را برای برآورد در نظر می گیریم.

بررسی درستی الگو به تجزیه و تحلیل کیفیت الگوئی که ما تشخیص و برآورد کرده ایم مربوط می شود. برازش الگو به داده ها تا چه اندازه مناسب است؟ آیا فرضهای مربوط به الگو بطور معقولی صادق می باشند؟ اگر عدم کفایتی پیدا نشود در این صورت، فرض می کنیم الگو کامل است و با استفاده از آن می توان مقادیر آینده سری را پیش بینی کرد. در غیر اینصورت بر مبنای عدم کفایتی که در الگو پیدا شده، الگوی دیگری را انتخاب می کنیم یعنی بر می گردیم به مرحله تشخیص الگو. بدین ترتیب سه مرحله را آنقدر دور می زنیم تا یک الگوی قابل قبول پیدا کنیم.

۷-۳- مفهوم پیش بینی در سری زمانی [۲۲]

با استفاده از چهار پارامتر معرفی شده سری زمانی می توان با استفاده از رابطه (۲-۳) مقادیر آینده سری را پیش بینی نمائیم با توجه به اینکه در محاسبات حاصلضرب $C \cdot I$ تقریباً یک است لذا جهت پیش بینی فقط از مقادیر S و T مطابق رابطه زیر استفاده می نمائیم.

$$y \approx T \cdot S \quad (۳-۳)$$

۷-۳-۱- پیش بینی خطی

پیش بینی یکی از مشهورترین مسائل در آنالیز سری های زمانی می باشد یعنی یک سری از مقادیر نمونه یک فرآیند گسسته ایستا (مانند یک سیگنال) داده شده است و ما نیاز به پیش بینی مقادیر نمونه های آینده داریم. به عنوان مثال چنانچه $x(n-1), x(n-2), x(n-3), \dots, x(n-M)$ داده شده باشد، نیاز به پیش بینی مقدار $x(n)$ داریم.

در حالت کلی، ممکن است مقادیر پیش بینی شده را به عنوان یک تابع از M نمونه گذشته بیان کنیم. یعنی

$$\hat{x}(n|n-1, n-2, n-3, \dots, n-M) = \psi(x(n-1), x(n-2), \dots, x(n-M)) \quad (۴-۳)$$

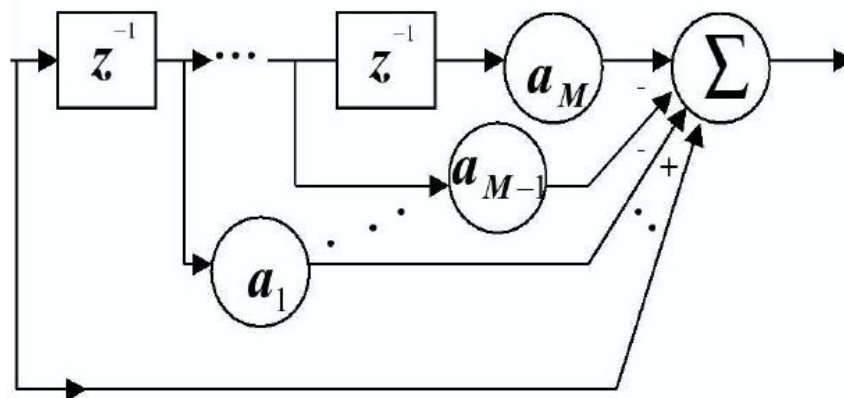
چنانچه اگر تابع ψ یک تابع خطی از متغیرهای $x(n-1), x(n-2), x(n-3), \dots, x(n-M)$ باشد، می‌گوئیم که پیش بینی خطی است. این موضوع را می‌توانیم در یک فضای M بعدی توسط $x(n-1), x(n-2), x(n-3), \dots, x(n-M)$ تصور نمائیم. بنابراین می‌توانیم بنویسیم:

$$\hat{x}(n|n-1, n-2, n-3, \dots, n-M) = \sum_{k=1}^M a_k x(n-k) \quad (5-3)$$

که a_k ضرایب ثابت می‌باشد. در حقیقت از نظر ریاضی هر پیش بینی خطی معادل با این است که جمله بعدی در فضای خطی تولید شده با جملات قبلی قرار داشته باشد. چنین پیشگویی کننده ای می‌تواند با استفاده از فیلتر Tapped-Delay Line شکل (۳-۱۱) بیان شود. خطای پیشگویی کننده توسط رابطه زیر تعریف شده است :

$$f_M(n) = x(n) - \hat{x}(n|n-1, n-2, n-3, \dots, n-M) \quad (6-3)$$

در اینجا اندیس M در $f_M(n)$ مرتبه پیشگویی کننده را مشخص می‌نماید، یعنی تعداد نمونه های گذشته ای که برای پیش بینی نمونه آینده استفاده شده است.



شکل (۳-۱۱) پیشگویی کننده خطی Tapped-Delay Line

روش پیش بینی خطی ، که ما در اینجا به آن می‌پردازیم ، محاسبه ضرایب را با در نظر گرفتن شرایطی آسان تر می‌سازد، روشها و شرایط گوناگونی برای این منظور پیشنهاد شده است در اینجا ما از دو روش استفاده خواهیم کرد .

۳-۷-۱-۱- تخمین حداقل میانگین مربعات خطا

بدیهی است که مایلیم تا خطا در مقدار پیش بینی و مقدار واقعی حداقل گردد. اما از آنجایی که، توالی متغیرها احتمالی است، نیاز خواهیم داشت تا تعدادی معیار برابری یا خطا تعریف نمائیم. معیار عمومی که برای تئوری احتمال در این مورد استفاده می شود، خطای RMS (Root Mean Square Error) یا ریشه دوم میانگین مربعات خطا می باشد. خطای RMS به صورت زیر تعریف می شود :

$$P_M = E(|f_M(n)|^2) \quad (۷-۳)$$

جهت حداقل نمودن خطای RMS پیش بینی (P_M) ، تساوی Wiener-Hopf را بدست می آوریم [۲۳] یعنی :

$$Ra=r \quad (۸-۳)$$

که ،

$$a = [a_1, a_2, \dots, a_M]^T \quad (۹-۳)$$

$$r = [R_{xx}(1), R_{xx}(2), R_{xx}(3), \dots, R_{xx}(M)]^T \quad (۱۰-۳)$$

$$R = \begin{bmatrix} R_{xx}(0) & R_{xx}(-1) & R_{xx}(-2) & \dots & R_{xx}(1-M) \\ R_{xx}(1) & R_{xx}(0) & R_{xx}(-1) & \dots & R_{xx}(2-M) \\ R_{xx}(M-1) & R_{xx}(M-2) & R_{xx}(M-3) & \dots & R_{xx}(0) \end{bmatrix} \quad (۱۱-۳)$$

اینجا ، $R_{xx}(k)$ تابع خود همبستگی $(E(x(n)x(n-k)))$ از توالی $x(n)$ با تأخیر k را بیان می نماید. نکته ای که وجود دارد این است که $R_{xx}(-k) = R_{xx}(k)$ برای سیگنالهای واقعی برقرار است ، از اینرو فرض شده است که فرآیند ایستا است. بنابراین برای حل ضریب a_k نیاز داریم به :

الف) ابتدا ، تابع خود همبستگی را تا مرتبه M برای فرآیند ورودی $x(n)$ مشخص نمائیم.

ب) سپس تساوی (۸-۳) را حل کنیم.

تعیین تابع خود همبستگی در انتهای بخش مشخص شده است. در اینجا ما با این فرض پیش می‌رویم که تابع خود همبستگی تا مرتبه M وجود دارد.

Levinson-Durbin Recursion - ۱-۱-۱-۷-۳

فرض کنید که ما از قبل تابع خودهمبستگی را برای فرآیند ورودی $x(n)$ بدست آورده ایم ، ما نیاز به حل دستگاه معادله $M \times M$ برای بدست آوردن ضرایب مطلوب (a_k) داریم. می‌توانیم شیوه‌های استاندارد را برای حل معادله‌های خطی استفاده نمائیم ، اما ساختار ماتریس R یکسری فواید منحصر بفردی دارد. Levinson-Durbin Recursion ، اولین بار توسط Levinson در سال ۱۹۴۷ نام گذاری شد و سپس فرمول جدید و مستقلی توسط Durbin در سال ۱۹۶۰ بدست آمد ، شیوه بازگشتی مستقیم برای حل نمودن ضرایب فیلتر پیش بینی می‌باشد [۲۴]. در اینجا گام‌های اساسی که در الگوریتم بحث شده است به طور خلاصه مطرح می‌گردد. الگوریتم ، ضرایب فیلتر پیش بینی مرتبه $m-1$ ام را جهت محاسبه ضرایب فیلتر مرتبه m ام استفاده می‌نماید.

برای $m=1$ to M :

$$1- \text{ضریب بازتاب مرتبه } m \text{ ام } (\Gamma_m = -\frac{A_{m-1}}{P_{m-1}}) \text{ محاسبه می‌گردد.}$$

۲- محاسبه ضرایب برای فیلتر خطای پیش بینی مرتبه m ام که به صورت زیر می‌باشد :

$$\hat{a}_{m,k} = \hat{a}_{m-1,k} + \Gamma_m \hat{a}_{m-1,m-k}^* , \quad k=0,1,2,\dots,m$$

که

$$\hat{a}_{M,k} = \begin{cases} 1 & k=0 \\ -a_{M,k} & k=1,2,\dots,M \end{cases}$$

۳- محاسبه خطای RMS برای فیلتر مرتبه m ام به طوری که

$$P_m = P_{m-1}(1 - |\Gamma_m|^2)$$

۴- محاسبه نمودن $\Delta_m = r_m^{BT}$ که در آن $\Delta_m = r_m^{BT} = [R_{xx}(m) \ R_{xx}(m-1) \dots R_{xx}(1)]$ می‌باشد.

مقداردهی اولیه الگوریتم به صورت زیر می باشد :

$$\hat{a}_0=1, P_0=R_{XX}(0), \Delta_0=R_{XX}$$

۳-۷-۱-۲- محاسبه ضرایب خودهمبستگی

تابع خودهمبستگی فرآیند ورودی ممکن است آگاهی از بی نظمی نداشته باشد. بنابراین، نیاز به برآورد نمودن آن مبتنی بر خود فرآیند ورودی داریم. تابع خود همبستگی برای $k=1,2,3, \dots, M$ از رابطه زیر بدست می آید.

$$R_{xx}(k)=\frac{1}{N-k}\sum_{l=1}^N x(l)x^*(l-k) \quad (۱۲-۳)$$

الگوریتم های دیگری جهت تعیین نمودن $R_{xx}(k)$ وجود دارد، اما در اینجا به آنها نپرداخته ایم.

۳-۷-۱-۲- حداقل مربعات وزن دار شده خطا

در MMSE مبنای پیش بینی را حداقل نمودن خطای RMS بین مقدار پیش بینی و واقعی قرار داده اند. در الگوریتم WLSE تعریف دیگری از خطا را حداقل می نمایند. در اینجا مجموع وزن دار شده خطا را تفسیر می نمایند و آن را برای یک مجموعه از وزنه های داده شده، حداقل می نمایند [۲۵]. دقت نمائید که در هر نمونه از زمان $t=k$ ، مجموعه جدیدی از ضرایب فیلتر پیدا خواهد شد و این ضرایب برای پیش بینی مقادیر در نمونه بعدی زمان $t=k+1$ استفاده می شود. به عبارت دیگر به صورت وقتی ضرایب تغییر می یابند بنابراین معیار حداقل نمودن WLSE را خواهید یافت یعنی

$$\beta(a)=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^k \alpha_i [a_M^T u(i)-x(i)]^2 \quad (۱۳-۳)$$

که α_i وزنها می باشد و $u(k)$ ورودی فیلتر در زمان $t=k$ است یعنی

$$u(k)=[x(k-1) \quad x(k-2) \quad x(k-3) \quad \dots \quad x(k-M)]^T \quad (۱۴-۳)$$

همچنین،

$$\hat{x}(k)=a_M^T(k-1)u(k) \quad (۱۵-۳)$$

بدلیل اینکه در واقعیت میزان فضای ذخیره سازی محدود می باشد، توزین برای داده های قدیمی کمتر مورد تأکید قرار می گیرد ، لذا اگر کلیه نمونه ها را بخواهیم در حافظه نگهداری نمائیم ممکن است با مشکل محدودیت فضای حافظه مواجه گردیم. از اینرو نیاز به کاهش وزنهای نمونه های قدیمی تر داریم این مسئله می تواند با یک روشن مناسب جهت انتخاب وزن بر طرف گردد. فرض می نمائیم که $\alpha_k = \alpha^{k-1}$ $\alpha < 1$ این متغیر را گاهی اوقات به نام فاکتور فراموشی می شناسند. مقدار α وابسته به طبیعت فرآیند ورودی می باشد. معمولاً $\alpha=0.99$ انتخاب می شود و آن به عنوان یک فاکتور جابجایی بین ذخیره نمودن کلیه نمونه های گذشته (بعد از گذشت مدت زمان مناسب ، $\alpha^{k-1} \ll 1$ و از اینرو در حالت کلی حذف می گردد) و همچنین بهینه سازی سراسری اتفاق می افتد. به علت خاصیت وفقی الگوریتم WLSE خطا بین مقادیر پیش بینی شده و واقعی در ابتدا زیاد می باشد و با شروع همانطور که $t=k$ افزایش می یابد ، خطا نیز کاهش می یابد. سرعت همگرایی نسبتاً سریع است. خلاصه الگوریتم به صورت زیر می باشد:

برای $k=2$ to ∞

۱- خروجی پیش بینی شده فعلی $\hat{x}(k)=a_M^T(k-1)u(k)$ محاسبه می گردد.

۲- بردار ضرایب به صورت زیر به روز می شود:

$$a_M(k)=a_M(k-1)+\frac{p(k-1)u(k)}{\alpha+u^T(k)p(k-1)u(k)}[x(k)-\hat{x}(k)] \quad (۱۶-۳)$$

۳- ماتریس p به صورت زیر به روز رسانی می شود:

$$p(k)=\frac{1}{\alpha}\left\{p(k-1)-\frac{p(k-1)u(k)u^T(k)p(k-1)}{\alpha+u^T(k)p(k-1)u(k)}\right\} \quad (۱۷-۳)$$

الگوریتم را با $a_M = [1, 0, 0, \dots, 0]^T$ و $p(1) = I$ (که I ماتریس همانی $M \times M$ می باشد) شروع می نمائیم. بنابراین می توانیم به صورت افقی نمونه بعدی فرآیند ورودی را برآورد نمائیم. این روش نیاز به محاسبه تابع خود همبستگی ندارد.

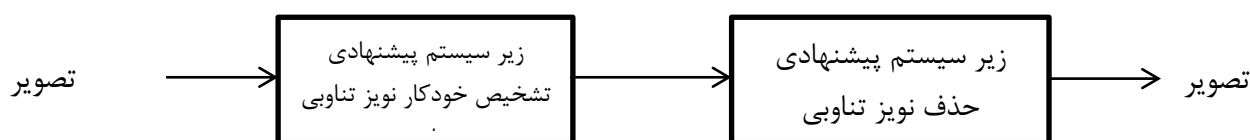
در این فصل دو روش جهت پیش بینی داده ها مطرح گردید که این دو روش جهت الگوریتم پیشنهادی ما در حوزه فرکانس جهت پیش بینی داده های مولفه های نویز تناوبی استفاده شده است.

فصل چهارم

پیاده سازی روش پیشنهادی تشخیص خودکار و حذف نویز تناوبی

۱-۴ - مقدمه

در این فصل پیاده سازی سیستم جهت تشخیص خودکار و حذف نویز تناوبی ارائه می شود. تشخیص خودکار نویز تناوبی با مفهوم همبستگی متقابل بیان گردیده است و برای حذف نویز تناوبی از دو روش کاملاً متفاوت استفاده شده است که در روش اول همانند اکثر روشها از حوزه فرکانس و در روش دوم روش کاملاً جدیدی با استفاده از مفهوم آنالیز سیگنال تصویر، جهت حذف نویز تناوبی استفاده نموده ایم. شکل (۱-۴) سیستم پیشنهاد شده را نمایش می دهد.



شکل (۱-۴) سیستم پیشنهاد شده جهت تشخیص خودکار و حذف نویز تناوبی

در ادامه زیر سیستمهای شکل (۱-۴) را بررسی خواهیم نمود.

۲-۴ - زیر سیستم پیشنهادی جهت تشخیص خودکار نویز تناوبی

به طور کلی جهت تشخیص نوع نویز در تصاویر آلوده به نویز روش عمومی وجود ندارد و بایستی با توجه به نوع نویز روشی ارائه داد. هدف از تشخیص خودکار نویز این است که سیستم بتواند بدون دخالت کاربر نوع نویز تصویر آلوده را تشخیص داده و آن تصویر را به الگوریتم مربوط به حذف نویز تشخیص داده جهت بهبود و حذف نویز تحویل دهد.

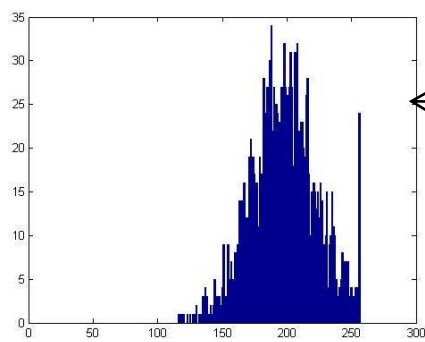
۱-۲-۴ - تشخیص نوع نویز با استفاده از هیستوگرام

در [۳] روشی جهت تشخیص نوع نویز ارائه گردیده است که این روش از هیستوگرام تصویر آلوده به نویز، نوع نویز موجود در تصویر را مشخص می نماید. تصویر شکل (۲-۴) را به عنوان یک تصویر مرجع جهت ادامه بحث انتخاب نموده ایم. به تصویر مذکور دو مدل نویز اضافه می نمائیم که در شکل (۳-۴) آن را مشاهده می نمائید. نویزهای اضافه شده به تصویر مرجع عبارتند از نویز گوسی و

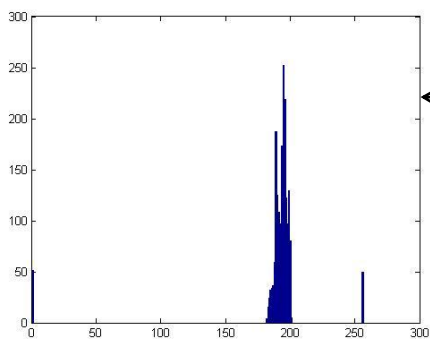
نویز نمک فلفلی. اگر قسمتی از تصویر که در آن میزان تغییرات شدت نور کم می باشد را جهت ترسیم هیستوگرام از یک تصویر آلوده به نویز انتخاب نمائیم آنگاه هیستوگرام نشان داده شده مدل نویز را مشخص می نماید که نتیجه این بحث در شکل (۳-۴) نمایش داده شده است.



شکل (۲-۴) تصویر بدون نویز



(الف)

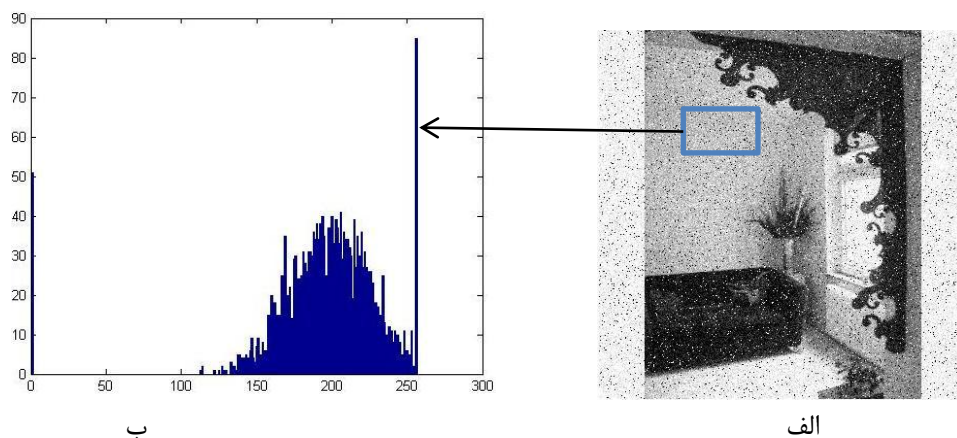


(ب)

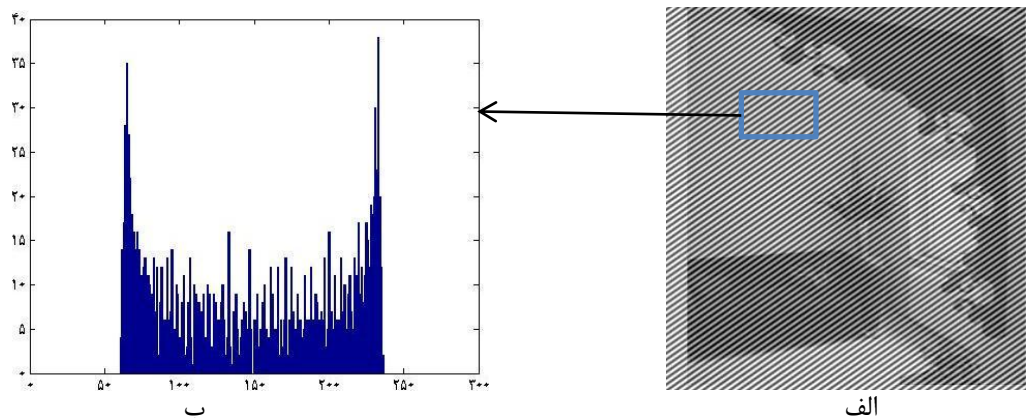


شکل (۳-۴) (الف) تصویر آلوده به نویز گوسی و هیستوگرام قسمت مشخص شده ، (ب) تصویر آلوده به نویز نمک فلفلی و هیستوگرام قسمت مشخص شده

در شکل (۴-۴) ترکیب دو نویز گوسی و نمک فلفلی را همراه با هیستوگرام مربوطه مشاهده می نمائید. ایده استفاده از هیستوگرام جهت تشخیص نوع نویز به صورت بصری می باشد و استخراج پارامترهای نویز از هیستوگرام مطرح شده مطالعات بیشتری را طلب می نماید. در شکل (۴-۵) تصویر آلوده به نویز تناوبی و هیستوگرام مربوطه را مشاهده می نمائید.



شکل (۴-۴) (الف) تصویر آلوده به دو نویز گوسی و نمک فلفلی، (ب) هیستوگرام بخش مشخص شده



شکل (۴-۵) (الف) تصویر آلوده به نویز تناوبی، (ب) هیستوگرام بخش مشخص شده

همانطور که در تصویر هیستوگرام شکل (۴-۵) مشاهده می نمائید، هیچگونه نظری نمی توان جهت تعیین نوع نویز داد و به همین دلیل بایستی جهت تعیین این مدل نویز روش دیگری را ارائه نمائیم

که ایده مطرح شده استفاده از تکنیک همبستگی متقابل دو سطر یا دو ستون دلخواه در تصویر می باشد و بحث مربوط به آن در ادامه آمده است.

۴-۲-۲- ایده استفاده از همبستگی متقابل جهت تشخیص نویز تناوبی

همبستگی متقابل مفهوم مهمی در پردازش سیگنال می باشد. همبستگی متقابل دو بردار x و y به صورت رابطه (۴-۱) تعریف می گردد.

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$$

$$z_m = \sum_{i=1}^{i=n} x_i y_{m+i} \quad (4-1)$$

در واقع می توان گفت که همبستگی متقابل دو بردار همان کانولوشن دو بردار می باشد. ایده مطرح شده جهت تشخیص خودکار نویز تناوبی توسط همبستگی متقابل به این صورت می باشد که چنانچه همبستگی متقابل دو سطر دلخواه یا دو ستون دلخواه از یک تصویر آلوده به نویز تناوبی را مطابق رابطه (۴-۱) محاسبه نمائیم، حاصل آن برداری خواهد بود که اگر آن را رسم نمائیم تقریباً شبیه شکل عدد ۸ می باشد که دارای پیکهای فراوان یا اکستریم های نسبی فراوانی خواهد بود. برای نشان دادن این موضوع از تصویر Cameraman به صورت مرجع استفاده نموده ایم که در شکل (۴-۶) تصویر بدون نویز و آلوده به نویز تناوبی Cameraman نمایش داده شده است و در شکل (۴-۷) حاصل خروجی همبستگی متقابل بین سطرهای (۱۰۰ ، ۲۰۰) و (۱۵۰ ، ۱۵۵) و ستونهای (۵۰ ، ۲۰۰) و (۱۵۵ ، ۱۶۰) از تصویر بدون نویز را مشاهده می نمائید. در شکل (۴-۸) حاصل خروجی همبستگی متقابل بین سطرها و ستونهای مطرح شده را برای تصویر آلوده به نویز تناوبی مشاهده می نمائید.

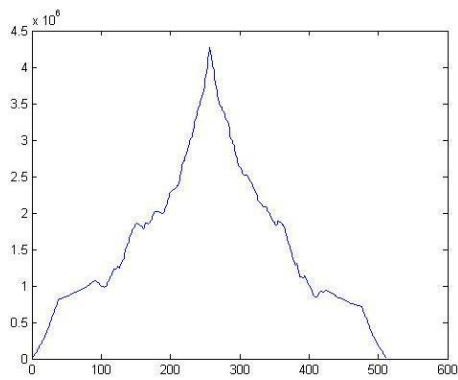


(ب)

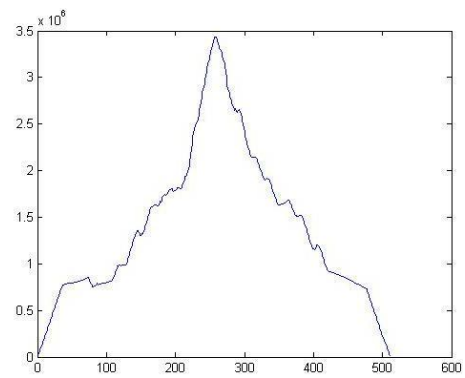


(الف)

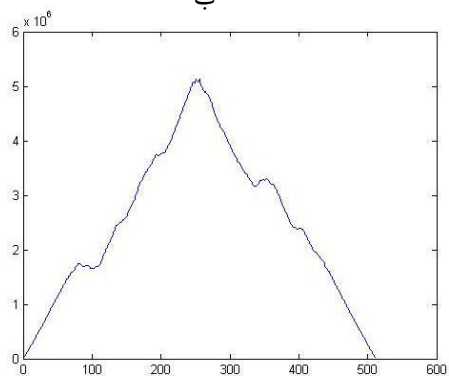
شکل (۴-۶) (الف) تصویر اصلی ، (ب) تصویر آلوده به نویز تناوبی



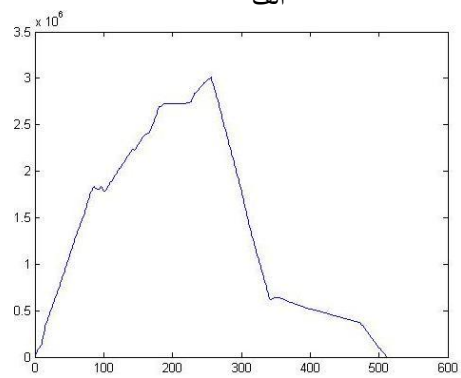
ب



الف

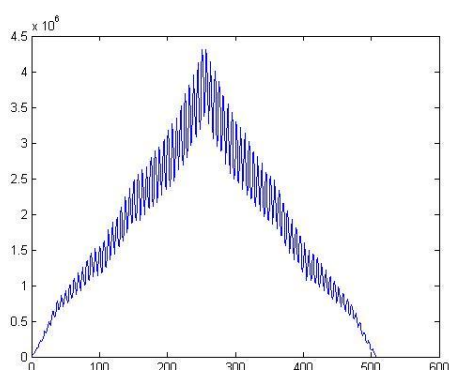


د

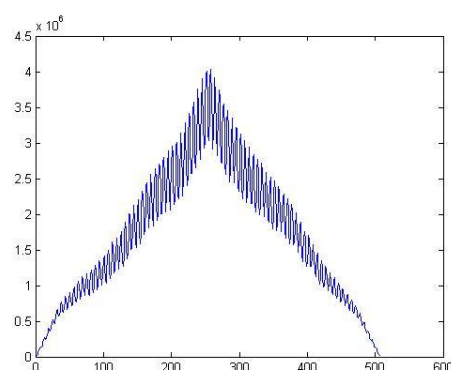


ج

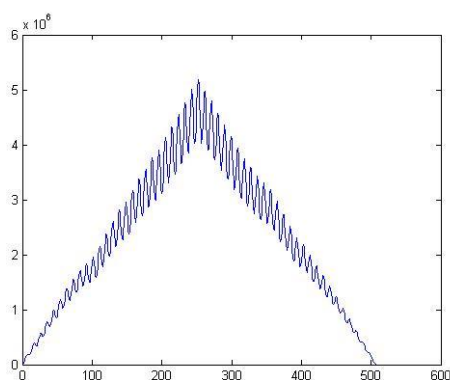
شکل (۴-۷) حاصل خروجی همبستگی متقابل بین (الف) سطرهای ۱۰۰ و ۲۰۰، (ب) سطرهای ۱۵۰ و ۱۵۵، (ج) ستونهای ۵۰ و ۲۰۰، (د) ستونهای ۱۵۵ و ۱۶۰ از تصویر شکل (۴-۶) (الف)



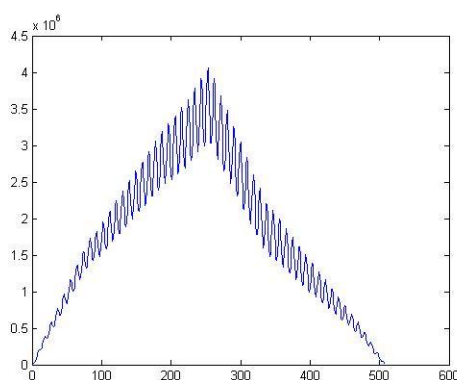
ب



الف



د



ج

شکل (۸-۴) حاصل خروجی همبستگی متقابل بین (الف) سطرهای ۱۰۰ و ۲۰۰، (ب) سطرهای ۱۵۰ و ۱۵۵، (ج) ستونهای ۵۰ و ۲۰۰، (د) ستونهای ۱۵۵ و ۱۶۰ از تصویر شکل (۴-۶) (ب)

با مقایسه شکل های (۷-۴) و (۸-۴) مشاهده می گردد که اکسترم های نسبی فراوانی در شکل (۸-۴) وجود دارد. سوالی که مطرح می گردد این است که آیا این موضوع برای کلیه تصاویر با ابعاد مختلف همیشه درست است؟ برای اثبات درستی این موضوع در ادامه از تئوری های ریاضیات استفاده شده است.

۴-۲-۲-۱- تحلیل ریاضی همبستگی متقابل جهت تشخیص نویز تناوبی

با توجه به مدل نویز تناوبی در رابطه (۲-۹)، چنانچه x را ثابت فرض نمائیم به این معنی است که یک سطر را ثابت در نظر گرفته ایم آنگاه رابطه (۲-۹) که یک تابع سینوسی دو بعدی است تبدیل به یک رابطه یک بعدی سینوسی می گردد و بالعکس چنانچه y را ثابت در نظر بگیریم به این معنی است که یک ستون از تصویر را ثابت در نظر گرفته ایم. لذا با فرض ثابت بودن ستون (y ثابت)

یک معادله یک بعدی داریم که در ساده ترین شکل اگر دوره تناوب، دامنه و فاز آن را به ترتیب k ، 1 و 0 فرض نمائیم به معادله (۲-۴) خواهیم رسید.

$$\sin\left(\frac{2\pi}{k}i\right) \quad (2-4)$$

که i معادل همان x در رابطه (۲-۹) خواهد بود. اگر فرض نمائیم که r و c دو ستون دلخواه از تصویر A با ابعاد $n*m$ می باشند آنگاه بردارهای ستونی r و c دارای طول n خواهند بود و i در رابطه (۲-۴) نیز بین 1 تا n تغییر خواهد نمود. لذا اضافه شدن نویز تناوبی به تصویر A بیانگر روابط زیر خواهد بود:

$$(r_i + \sin\left(\frac{2\pi}{k}i\right)) , (c_i + \sin\left(\frac{2\pi}{k}i\right)) \quad (3-4)$$

که r_i و c_i بیانگر مقدار پیکسل سطر i ام در ستون r و c می باشند. رابطه میان دو سیگنال انتخاب شده تصویر یعنی r و c را با استفاده از معادله (۴-۱) یا همان همبستگی متقابل بررسی می نمائیم لذا داریم :

$$\begin{aligned} z_m &= \sum_{i=1}^{i=n} (c_i + \sin\left(\frac{2\pi}{k}i\right))(r_{m+i} + \sin\left(\frac{2\pi}{k}(m+i)\right)) \\ &= \sum_{i=1}^{i=n} c_i r_{m+i} + \sum_{i=1}^{i=n} c_i \sin\left(\frac{2\pi}{k}(m+i)\right) \\ &\quad + \sum_{i=1}^{i=n} \sin\left(\frac{2\pi}{k}i\right) r_{m+i} + \sum_{i=1}^{i=n} \sin\left(\frac{2\pi}{k}i\right) \sin\left(\frac{2\pi}{k}(m+i)\right) \end{aligned} \quad (4-4)$$

در رابطه (۴-۴) در سطر اول سیگنال اصلی وجود دارد که بعد از بسط سطر اول نتیجه در دو سطر بعد مشاهده می گردد. جملات موجود در سطر دوم و سوم نیز متناوب می باشند و دوره تناوب آنها نیز برابر با دوره تناوب نویز اعمال شده به تصویر یعنی k برابر می باشد. جهت ساده شدن موضوع فرض می نمائیم که c و r سیگنالهای ثابت به صورت رابطه (۵-۴) باشند.

$$c=(1, 1, \dots, 1) , r=(1, 1, \dots, 1) \quad (5-4)$$

که تعداد یک ها برای r و C برابر با n می باشد لذا با این فرض جملات موجود در سطر دوم و سوم رابطه (۴-۴) نیز متناوب می باشند که دوره تناوب آنها یکسان است لذا نتیجه می توان گرفت که مجموع آنها نیز یک تابع متناوب با همان دوره تناوب نويز اعمال شده می باشد. لذا با مشاهده تصویر خروجی رابطه (۴-۴) می توان به راحتی تشخیص داد که تصویر دارای نويز تناوبی می باشد. از طرفی روشن است که یک تابع متناوب بی نهایت اکسترمم دارد که در هر دوره تکرار می گردند لذا با شمارش تعداد نقاط اکسترمم تصویر خروجی حاصل از همبستگی متقابل دو سطر یا دو ستون دلخواه از تصویر می توان پی به نويزی بودن سیگنال تصویر از نوع تناوبی برد. لذا روش فوق یک روش بسیار ساده جهت تشخیص نويز تناوبی در تصاویر می باشد.

با دقت بیشتر به تصویر خروجی حاصل از همبستگی متقابل می توانیم دوره تناوب نويز را نیز به دست آوریم که برای این منظور از این مطلب که در هر دوره یک اکسترمم داریم استفاده می نمائیم و رابطه زیر جهت محاسبه دوره تناوب نويز پیشنهاد می گردد:

$$K = \frac{L}{E} \quad (4 - 6)$$

که در رابطه (۴-۶)، L طول کل مشاهده و E تعداد نقاط اکسترمم و K دوره تناوب می باشد. با توجه به موارد بیان شده به این نتیجه می رسیم که با ارائه یک روش ساده به راحتی می توانیم تشخیص دهیم که تصویر دارای نويز تناوبی است.

در ادامه زیر سیستم حذف نويز تناوبی مورد بحث قرار گرفته است که در اینجا حذف نويز تناوبی را از دو دیدگاه مختلف مورد بحث و بررسی قرار می دهیم.

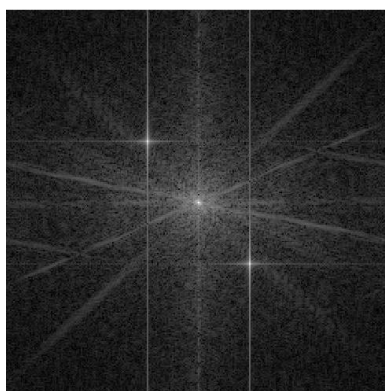
۴-۳- زیر سیستم پیشنهادی جهت حذف خودکار نويز تناوبی

در این قسمت دو الگوریتم مختلف ارائه گردیده است. اولین الگوریتم همانند اکثر روشها از حوزه فرکانس تصویر استفاده می نماید و دومین الگوریتم روش جدیدی است که بدون استفاده از

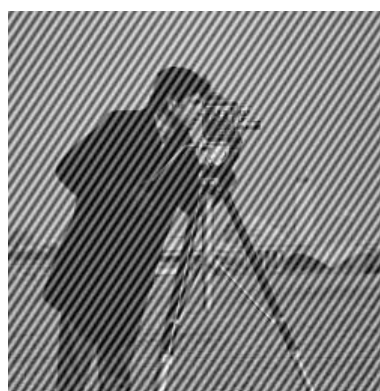
حوزه فرکانس تصویر از سیگنال تصویر اطلاعات مربوط به حذف نویز تناوبی استخراج گردیده و عمل حذف نویز انجام می گیرد.

۱-۳-۴ الگوریتم پیشنهادی اول در حوزه فرکانس

با توجه به اینکه جهت حذف نویز تناوبی نیاز به استخراج مولفه های نویز در تصویر می باشد، در حوزه فرکانس مولفه های نویز تناوبی کاملاً مشخص می باشد در شکل (۹-۴) این موضوع مشخص می باشد.



ب



الف

شکل (۹-۴) تصویر آلوده به نویز تناوبی، (ب) تبدیل فوری تصویر (الف)

همانطور که در شکل (۹-۴) (ب) مشخص می باشد مولفه DC تصویر به صورت یک نقطه روشن در وسط تصویر مشخص شده و دو نقطه متقارن نورانی نسبت به نقطه DC به همراه چهار خط دیده می شود که Spike های تصویر در حوزه فرکانس می باشند و مولفه های نویز تناوبی در حوزه فرکانس هستند. هدف استفاده از حوزه فرکانس جهت بهبود تصویر آلوده به نویز تناوبی این است که Spike های حوزه فرکانس به نحوی حذف گردند.

جهت حذف نویز تناوبی در حوزه فرکانس دو مرحله اصلی وجود دارد که عبارتند از:

- ۱- تشخیص پهنای باند نویز یا به عبارت دیگر عرض چهار خط و مختصات Spike ها در تصویر تبدیل فوری می باشد که به صورت دستی و یا خودکار انجام می گردد. مشکلی که در اکثر

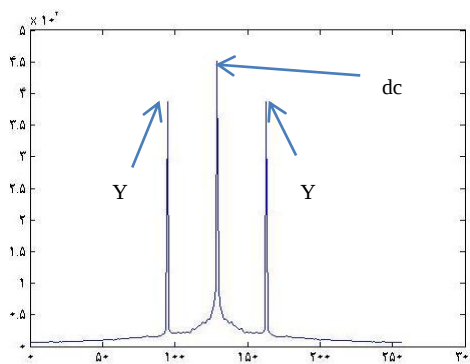
روشهای موجود وجود دارد این است که عرض چهار خط و مختصات *Spike* ها را با تکنیکهای مختلفی که ارائه داده اند، مشخص نموده اند که اکثر این روشها زمانبر می باشد ضمن اینکه جهت تغییر نیافتن مولفه *DC* تصویر دایره ای با شعاع تقریبی را در نظر گرفته اند که یکی از مشکلات اساسی روشهای مذکور می باشد.

۲- بعد از انجام مرحله اول بایستی به جای مقادیر موجود در حوزه فرکانس مقادیر دیگری قرار دهیم که ساده ترین حالت این است که مقدار صفر قرار دهیم.

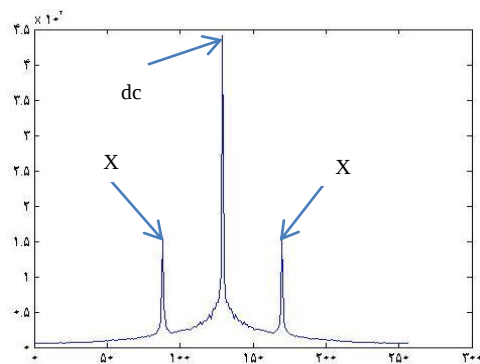
جهت انجام مرحله اول در سیستم ارائه شده یک روش جدید و سریع ارائه گردیده است که مشکلات مطرح شده را بر طرف می نماید.

۴-۳-۱-۱- تشخیص خودکار مولفه های نويز تناوبی

روش ارائه شده در این پایان نامه بدین صورت است که حاصل جمع ستری و ستونی تصویر تبدیل فوریه تصویر آلوده به نويز تناوبی را بدست می آوریم که نتیجه آن در شکل (۴-۱۰) دیده می شود. همانطور که در شکل (۴-۱۰) دیده می شود سه نقطه ماکزیمم وجود دارد که اولین نقطه، ماکزیمم مطلق است و بیانگر مولفه *DC* تصویر می باشد و دو نقطه ماکزیمم نسبی دیگر که نسبت به مولفه *DC* تصویر متقارن می باشند بیانگر *Spike* های موجود در تصویر هستند. در ادامه اولین ماکزیممی که در تصویر می یابیم مختصات *DC* تصویر می باشد که جهت بدست آوردن پهنای آن از این تکنیک استفاده می نمائیم که نسبت مقدار ماکزیمم به مقدار قبلی را تا ابتدای بردار مربوطه محاسبه می نمائیم و حاصل را در یک بردار جدید قرار می دهیم، واضح است که اگر مقدار اندیس i از مقدار اندیس $i-1$ ام بیشتر باشد آنگاه حاصل نسبت مقدار اندیس i ام به مقدار اندیس $i-1$ ام، مقداری بیشتر از یک است و چنانچه کمتر باشد مقدار آن کمتر از یک خواهد شد، نتیجه این موضوع را در شکل (۴-۱۱) مشاهده می گردد.

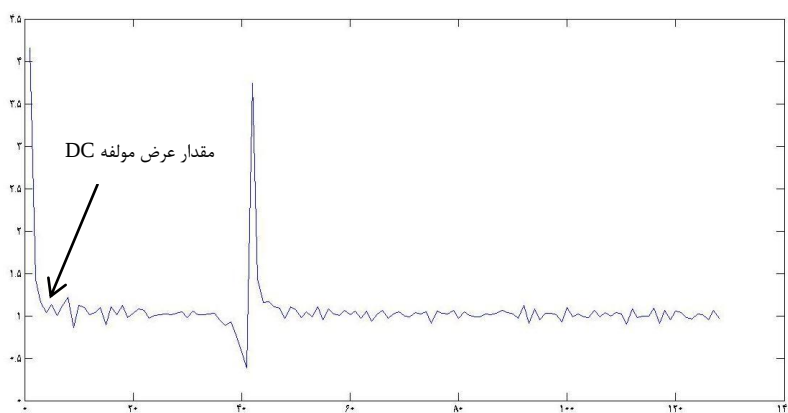


ب



الف

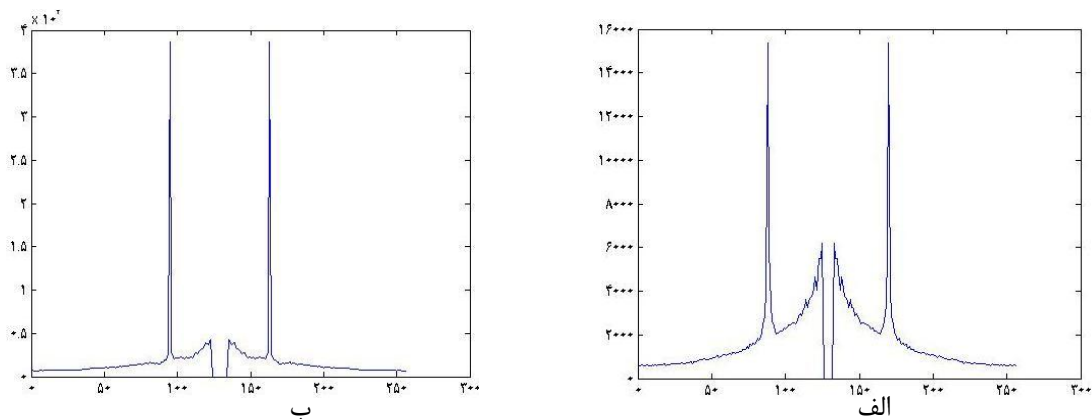
شکل (۴-۱۰) (الف) حاصل جمع سطری شکل (۴-۹) (ب)، (ب) حاصل جمع ستونی شکل (۴-۹) (ب)



شکل (۴-۱۱) نسبت مقدار ماکزیمم با شروع از مختصات DC تصویر به مقدار ماکزیمم قبلی شکل (۴-۱۰) (الف)

همانطور که در شکل (۴-۱۱) دیده می شود کافی است از ابتدای بردار بدست آمده بررسی نمائیم که در چه مکانی از این بردار حاصل کمتر از یک می گردد، بدین ترتیب پهنای مولفه DC در جهت محور x ها بدست می آید و همین عمل را جهت محاسبه پهنای مولفه DC در جهت محور y ها بدست می آوریم. در شکل (۴-۱۰) مختصات مولفه های DC و Spike های تصویر فوریه را مشخص نموده ایم و با تکنیک مشخص شده در بالا پهنای مولفه DC و Spike ها را محاسبه می نمائیم. هدف از محاسبه پهنای مولفه DC این می باشد که اولاً جهت بدست آوردن مختصات Spike های تصویر به آن نیاز داریم و ثانیاً در زمان حذف Spike ها بایستی مقدار مولفه DC را تغییر ندهیم تا تصویر اصلی

دچار مشکلات اساسی نشود. بعد از محاسبه پهنای مولفه DC تصویر به صورت ستونی و سطری، با صفر نمودن آن در شکل (۴-۱۰)، شکل (۴-۱۲) بدست خواهد آمد.



شکل (۴-۱۲) (الف) حذف مولفه DC با پهنای بدست آمده از حاصل جمع سطری، (ب) حذف مولفه DC با پهنای بدست آمده از حاصل جمع ستونی

همانطور که در شکل (۴-۱۲) مشاهده می نمائید بعد از حذف مولفه DC با پهنای بدست آمده از شکل (۴-۱۰)، به راحتی می توان محل Spike ها و پهنای هر یک از آنها را محاسبه نمود. همانطور که توضیح داده شد با روشی کاملاً خودکار می توان به راحتی مختصات و پهنای مولفه DC تصویر و Spike های موجود در تصویر را با پیچیدگی زمانی بسیار کمی بدست آورد. مرحله بعد حذف و یا کاهش نویز تناوبی با استفاده از اطلاعات مرحله قبل می باشد.

۴-۳-۱-۲- کاهش اثر نویز تناوبی توسط سربهای زمانی

جهت کاهش اثر نویز تناوبی روشهای مختلفی ارائه شده است. در اینجا با استفاده از تکنیک پیش بینی مقادیری که بایستی جایگزین مقدار Spike ها گردند را بدست می آوریم. روشهای پیش بینی متعددی وجود دارد، بایستی روشی مناسب جهت حذف نویز تناوبی انتخاب گردد. با توجه به این موضوع که Spike ها در فرکانسهای بالای تصویر قرار گرفته اند لذا میزان تغییرات آنها زیاد می باشد و نمی توانیم از روش پیش بینی چند جمله ای استفاده نمائیم به دلیل اینکه پیش بینی های چند

جمله ای برای مواقعی که میزان تغییرات در داده ها خیلی زیاد نباشد مناسب است. جهت پیش بینی مقادیر به جای مولفه های نویز تناوبی در حوزه فرکانس از تکنیک پیش بینی داده ها با سری های زمانی استفاده نموده ایم. در اینجا دو روش پیش بینی در سری های زمانی پیاده سازی شده است که عبارتند از :

الف) تخمین حداقل میانگین مربعات خطا

ب) حداقل مربعات وزن دار شده خطا.

۱-۲-۳-۴- پیاده سازی تکنیک تخمین حداقل میانگین مربعات خطا

تکنیک فوق در فصل سوم مورد بررسی و الگوریتم آن ارائه گردیده است. در این قسمت با توجه به عرض بدست آمده از مرحله قبل شروع به تخمین مقادیر به جای مقادیر نویز می نمائیم. در شکل (۴-۱۳) تصویر تبدیل فوریه یک تصویر آلوده به نویز تناوبی مشاهده می گردد که دارای ابعاد 256×256 می باشد. بعد از اجراء نمودن برنامه مربوط به تعیین پهنای باند مولفه DC و Spike ها و مختصات آنها مقادیر زیر از برنامه استخراج گردیده است.

مختصات مولفه DC تصویر در $x=129$ و $y=129$

عرض ستونی مولفه DC تصویر از ستون ۱۲۴ تا ۱۳۴ یا به عبارت دیگر ۱۱ ستون می باشد.

عرض سطری مولفه DC تصویر از سطر ۱۲۶ تا ۱۳۲ یا به عبارت دیگر ۷ سطر می باشد.

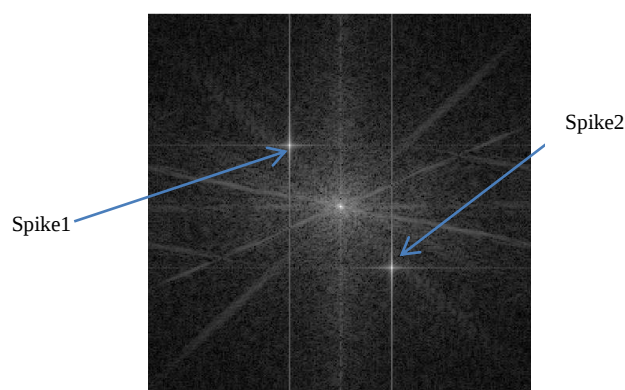
عرض سطری Spike اول نویز تناوبی از سطر ۸۳ تا ۹۳ یا به عبارت دیگر ۱۱ سطر می باشد.

عرض سطری Spike دوم نویز تناوبی از سطر ۱۶۵ تا ۱۷۵ یا به عبارت دیگر ۱۱ سطر می باشد.

عرض ستون Spike اول نویز تناوبی از ستون ۹۰ تا ستون ۱۰۰ یا به عبارت دیگر ۱۱ ستون می باشد.

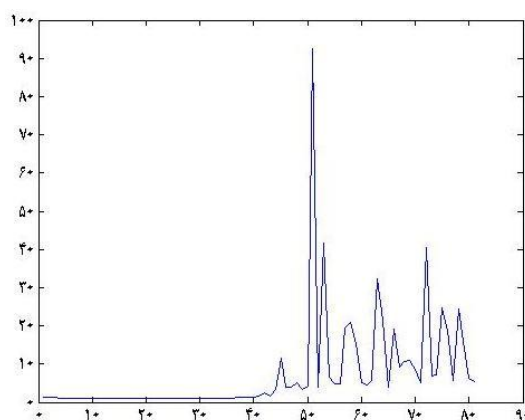
عرض ستون Spike دوم نویز تناوبی از ستون ۱۶۰ تا ستون ۱۶۶ یا به عبارت دیگر ۷ ستون می باشد.

مختصات Spike اول (۸۸،۹۵) و مختصات Spike دوم (۱۶۳،۱۷۰) می باشد.



شکل (۴-۱۳) تصویر تبدیل فوریه تصویر حاوی نویز تناوبی

با توجه به اطلاعات بدست آمده از مرحله قبل برای اینکه Spike اول را بتوانیم کاهش دهیم به این ترتیب عمل می نمائیم که با توجه به اینکه عرض سطری این Spike از سطر ۸۳ الی ۹۳ می باشد از داده های سطر ۱ تا ۸۲ در هر ستون به عنوان یک بردار از داده های مورد نیاز جهت پیش بینی استفاده می نمائیم و داده موجود در سطر ۸۳ را با تکنیک حداقل میانگین مربعات خطا پیش بینی می نمائیم. یکی از پارامترهای تکنیک حداقل میانگین مربعات خطا، مرتبه پیش بینی می باشد به عبارت دیگر از چند داده گذشته جهت پیش بینی مقدار جدید استفاده گردد، که بر حسب آن ضرایب لازم جهت پیش بینی را محاسبه می نماید. به عنوان مثال جهت ستون اول از داده های سطر ۱ تا ۸۲ جهت پیش بینی داده های سطر ۸۳ در ستون اول استفاده شده است و نمودار شکل (۴-۱۴) میانگین مربعات خطا را بر حسب مرتبه پیش بینی نمایش می دهد که مرتبه پیش بینی ۲۳ انتخاب شده است.



شکل (۴-۱۴) میانگین مربعات خطا در ستون اول برای پیش بینی سطر ۸۳ با استفاده از داده های سطر ۱ تا ۸۲

با توجه به توضیحات فوق الگوریتم ارائه شده بدین صورت است :

۱- محاسبه مختصات و عرض مولفه DC و $Spike$ های موجود در تصویر تبدیل فوریه.

۲- با شروع از ستون اول تا ابتدای عرض ستونی $Spike$ اول ، تا ابتدای عرض سطری $Spike$ اول
مراحل زیر را انجام می دهیم :

a. ضرایب الگوریتم تخمین میانگین حداقل مربعات خطا جهت هر ستون را بدست آورده.

b. میانگین مربعات خطا را برای مرتبه پیش بینی ها از عدد یک تا طول کل بردار را محاسبه می نمائیم.

c. بهترین مرتبه پیش بینی را با توجه به مرحله قبل بدست می آوریم و از ضرایب بدست آمده تخمین میانگین حداقل مربعات خطا جهت پیش بینی مقادیر اولین سطر شروع عرض $Spike$ اول برای هر ستون استفاده نموده و داده پیش بینی شده را جایگزین می نمائیم.

d. مرحله c را به تعداد عرض سطری $spike$ اول انجام می دهیم.

e. بعد از اتمام مرحله d مرحله ۲ را برای عرض سطری $Spike$ دوم شروع می نمائیم.

۳- با شروع از سطر اول تا ابتدای عرض سطری $spike$ اول، تا ابتدای عرض ستونی $Spike$ اول
مراحل زیر را انجام می دهیم:

a. ضرایب الگوریتم تخمین میانگین حداقل مربعات خطا جهت هر سطر را بدست آورده.

b. میانگین مربعات خطا را برای مرتبه پیش بینی ها از عدد یک تا طول کل بردار محاسبه می نمائیم.

c. بهترین مرتبه پیش بینی را با توجه به مرحله قبل بدست می آوریم و از ضرایب بدست آمده تخمین میانگین حداقل مربعات خطا جهت پیش بینی مقادیر اولین

ستون شروع عرض *Spike* اول برای هر سطر استفاده نموده و داده پیش بینی شده را جایگزین می نمائیم.

d. مرحله *c* را به تعداد عرض ستونی *spike* اول انجام می دهیم.

e. بعد از اتمام مرحله *d* مرحله ۲ را برای عرض ستونی *Spike* دوم شروع می نمائیم.

۴- تمام مراحل بالا را جهت *Spike* دوم نیز انجام می دهیم.

۵- بعد از اتمام الگوریتم کافی است معکوس تبدیل فوریه تصویر را بدست آورده و تصویر حذف نویز شده را نمایش دهیم.

۴-۳-۱-۲- پیاده سازی تکنیک حداقل مربعات وزن دار شده خطا

تفاوت تکنیک فوق با تکنیک تخمین میانگین حداقل مربعات خطا در این است که در این روش نیازی به بدست آوردن ماتریس همبستگی نمی باشد و مراحل انجام این الگوریتم در فصل سوم آورده شده است. در این الگوریتم فاکتوری به نام فاکتور فراموشی وجود دارد که بیانگر اهمیت داده های قدیمی جهت پیش بینی داده جدید می باشد و مقداری بیشتر از صفر و کمتر از یک می باشد که در این پایان نامه این مقدار را ۰.۹۹ در نظر گرفته ایم. این الگوریتم همانند الگوریتم قبلی دارای پارامتر مرتبه پیش بینی می باشد. مراحل انجام پیش بینی توسط این الگوریتم دقیقاً همانند الگوریتم تخمین میانگین حداقل مربعات خطا می باشد و فقط نحوه پیش بینی توسط این الگوریتم انجام می گردد به بیان دیگر مراحل انجام کار به صورت زیر می باشد:

۱- محاسبه مختصات و عرض مولفه *DC* و *Spike* های موجود در تصویر تبدیل فوریه.

۲- با شروع از ستون اول تا ابتدای عرض ستونی *Spike* اول ، تا ابتدای عرض سطری *Spike* اول

مراحل زیر را انجام می دهیم :

a. ضرایب الگوریتم حداقل مربعات وزن دار شده خطا جهت هر ستون را بدست آورده.

b. میانگین مربعات خطا را برای مرتبه پیش بینی ها از عدد یک تا طول کل بردار را محاسبه می نمائیم.

c. بهترین مرتبه پیش بینی را با توجه به مرحله قبل بدست می آوریم و از ضرایب بدست آمده حداقل مربعات وزن دار شده خطا جهت پیش بینی مقادیر اولین سطر شروع عرض *Spike* اول برای هر ستون استفاده نموده و داده پیش بینی شده را جایگزین می نمائیم.

d. مرحله c را به تعداد عرض سطری *spike* اول انجام می دهیم.

e. بعد از اتمام مرحله d مرحله ۲ را برای عرض سطری *Spike* دوم شروع می نمائیم.

۳- با شروع از سطر اول تا ابتدای عرض سطری *spike* اول، تا ابتدای عرض ستونی *Spike* اول مراحل زیر را انجام می دهیم:

a. ضرایب الگوریتم حداقل مربعات وزن دار شده خطا جهت هر سطر را بدست آورده.

b. میانگین مربعات خطا را برای مرتبه پیش بینی ها از عدد یک تا طول کل بردار محاسبه می نمائیم.

c. بهترین مرتبه پیش بینی را با توجه به مرحله قبل بدست می آوریم و از ضرایب بدست آمده حداقل مربعات وزن دار شده خطا جهت پیش بینی مقادیر اولین ستون شروع عرض *Spike* اول برای هر سطر استفاده نموده و داده پیش بینی شده را جایگزین می نمائیم.

d. مرحله c را به تعداد عرض ستونی *spike* اول انجام می دهیم.

e. بعد از اتمام مرحله d مرحله ۲ را برای عرض ستونی *Spike* دوم شروع می نمائیم.

۴- تمام مراحل بالا را جهت *Spike* دوم نیز انجام می دهیم.

بعد از اتمام الگوریتم کافی است معکوس تبدیل فوریه تصویر را بدست آورده و تصویر حذف نویز شده را نمایش دهیم.

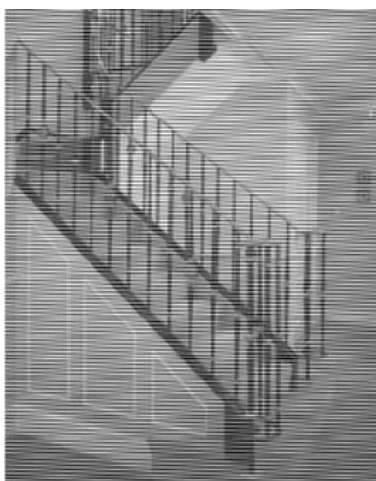
نتایج اجرای دو الگوریتم ارائه شده بر روی تصاویر با سایزهای مختلف و نویزهای اعمال شده مختلف باعث مشخص شدن این موضوع شد که الگوریتم دوم حافظه بسیار زیادی از سیستم اشغال می نماید در واقع پیچیدگی حافظه آن بسیار بالا است لذا نتایج خروجی الگوریتم اول مطابق جدول (۴-۱)، در شکل (۴-۱۵) مشاهده می شود.

۴-۳-۲- الگوریتم پیشنهادی دوم با توجه به سیگنال تصویر

همانطور که گفته شد اکثر مراجع، حوزه فرکانس را به دلیل راحتی جهت حذف نویز تناوبی انتخاب نموده و تکنیک های مختلفی را ارائه داده اند. اما در اینجا روشی ارائه می گردد که نیاز به تبدیل فوریه تصویر ندارد و فقط از روی سیگنال تصویر استفاده نموده و پارامترهای نویز تناوبی را استخراج می نمائیم.

۴-۳-۱- محاسبه فرکانس نویز تناوبی در روش جدید

با توجه به مباحث ارائه شده در ۱-۲-۱ و رابطه (۴-۶) بعد از تشخیص وجود نویز تناوبی بر روی تصویر می توانیم نمودار یک ستون و یک سطر دلخواه از تصویر را مورد بررسی قرار دهیم و با توجه به آنالیز این دو نمودار دوره تناوب معادله (۲-۹) در جهت سطرها و ستون های تصویر و دامنه آن را استخراج نمائیم. در این حالت فرض ما بر این است که فاز ثابت است و بررسی های مربوطه را انجام می دهیم. جهت ادامه بحث از تصاویر شکل (۴-۱۶) استفاده می نمائیم. یک سطر و ستون دلخواه از تصویر آلوده به نویز تناوبی شکل (۴-۱۶) (ب) انتخاب می نمائیم و آنرا به طور مستقل در شکل (۴-۱۷) و (۴-۱۸) رسم می نمائیم. سطر و ستون انتخاب شده، سطر و ستون بیستم تصویر آلوده به نویز تناوبی می باشد که به ترتیب در شکل (۴-۱۷) و (۴-۱۸) رسم شده است.

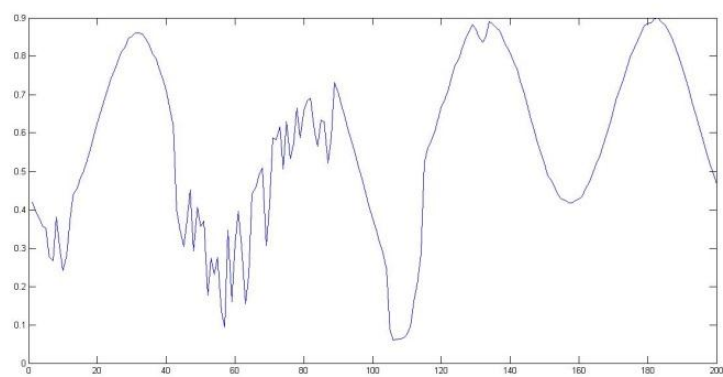


ب

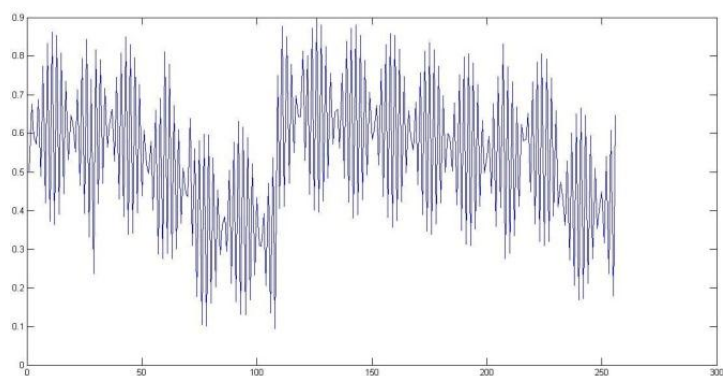


الف

شکل (۴-۱۶) (الف) تصویر اصلی با ابعاد 200×256 ، (ب) تصویر آلوده به نویز تناوبی تصویر (الف)

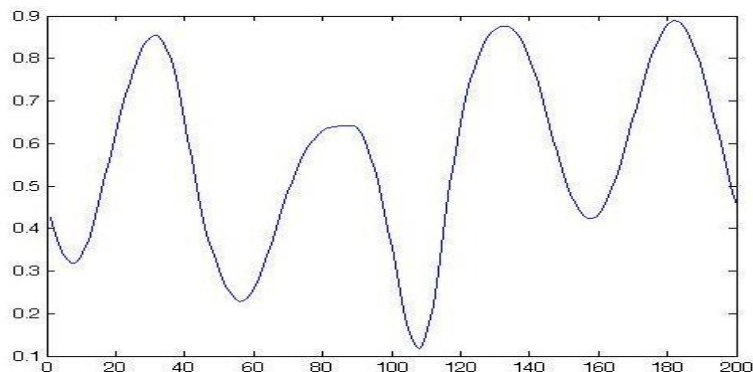


شکل (۴-۱۷) تصویر سطر بیستم شکل (۴-۱۶) (ب)



شکل (۴-۱۸) تصویر ستون بیستم شکل (۴-۱۶) (ب)

تصاویر اشکال (۱۷-۴) و (۱۸-۴) ترکیبی از سیگنال اصلی تصویر به همراه نویز تناوبی را نمایش می دهند. شکل (۱۸-۴) دارای پیک های زیادی می باشد و کامل هستند ولی شکل (۱۷-۴) دارای پیک های کم و کامل نمی باشد به همین منظور، جهت بدست آوردن فرکانس صحیح نیاز داریم تا پیک های شکل (۱۷-۴) را کامل نمائیم که از فیلتر پایین گذر Butterworth استفاده نموده ایم و حاصل آن در شکل (۱۹-۴) نمایش داده شده است. با توجه به رابطه (۶-۴) جهت بدست آوردن فرکانس سطرهای تصویر کافی است تعداد پیک های موجود در شکل (۱۸-۴) شمرده شود که این تعداد برابر با ۱۲۰ می باشد و مطابق رابطه (۶-۴) کافی است طول مشاهده یعنی ۲۵۶ را به تعداد پیک ها یعنی ۱۲۰ تقسیم نمائیم تا دوره تناوب سیگنال شکل (۱۸-۴) برابر با ۲.۱ بدست آید و در نهایت برای بدست آوردن فرکانس با توجه به اینکه فرکانس یک تابع سینوسی، 2π می باشد از تقسیم ۲.۱ به 2π مقدار $\frac{1.05}{\pi}$ بدست می آید که بیانگر فرکانس سطری نویز تناوبی در تصویر آلوده به نویز تناوبی شکل (۱۶-۴) (ب) می باشد.



شکل (۱۹-۴) حذف فرکانس های بالا از تصویر شکل (۱۷-۴)

یکی از مشکلات اصلی در روش پیشنهادی این است که زمانی که فرکانس یک محور خیلی کم است شمارش تعداد پیک ها بایستی به دقت انجام گیرد لذا جهت افزایش دقت در محاسبات از شکل (۱۹-۴) به جای شکل (۱۷-۴) استفاده می نمائیم تا تعداد پیک های تصویر به درستی استخراج گردد و فرکانس های بالایی که در شکل (۱۷-۴) از سیگنال اصلی تصویر به سیگنال نویز اضافه شده بودند تأثیری در محاسبات نداشته باشند. جهت بدست آوردن فرکانس ستونی نویز تناوبی در تصویر

آلوده به نویز تناوبی کافی است تعداد پیک های شکل (۴-۱۹) را شمرده که برابر با ۴ پیک می باشد و با توجه به طول مشاهده که ۲۰۰ می باشد مقدار فرکانس ستون ها برابر با $\frac{25}{\pi}$ بدست خواهد آمد. با توجه به فرکانس های بدست آمده در جهت سطرها و ستون های تصویر معادله نویز تناوبی به صورت رابطه (۴-۷) بدست خواهد آمد.

$$r(x,y)=a\sin\left(\frac{\pi x}{1.05}+\frac{\pi y}{25}\right) \quad (۴-۷)$$

در رابطه (۴-۷) مقدار دامنه مجهول می باشد.

۴-۳-۲- محاسبه دامنه نویز تناوبی در روش جدید

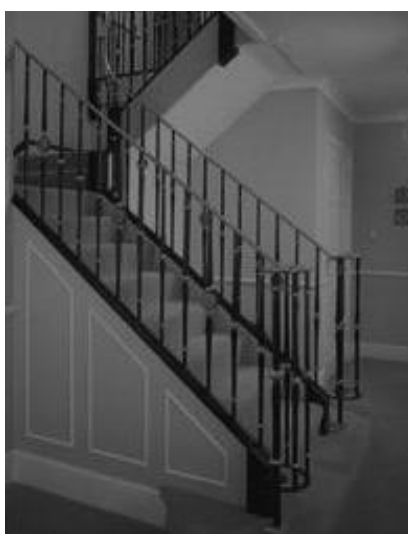
برای بدست آوردن دامنه نویز تناوبی از این ایده استفاده می نمائیم که در یک تابع $\sin$ ساده برد آن بین -1 تا +1 می باشد لذا کافی است پیک پایین یعنی -1 را از پیک بالا یعنی +1 کسر نموده که برابر با ۲ می شود و حاصل را بر ۲ تقسیم نمائیم که برابر با دامنه تابع سینوس در حالت عادی می گردد. همین ایده ساده باعث می شود به راحتی دامنه نویز تناوبی را با توجه به آنالیز نمودن سیگنالهای شکل (۴-۱۷) و (۴-۱۸) بدست آوریم، برای این منظور کافی است در شکل (۴-۱۸) حاصل تفاوت هر پیک مثبت از منفی را بدست آورده و تقسیم بر دو نمائیم و در نهایت از کل جواب های بدست آمده میانگین بدست آوریم که برابر با دامنه نویز تناوبی مربوطه می شود که با انجام این کار حاصل بدست آمده ۰.۲۹۴ می باشد و معادله نویز در رابطه (۴-۷) به صورت زیر بدست می آید.

$$r(x,y)=0.294*\sin\left(\frac{\pi x}{1.05}+\frac{\pi y}{25}\right) \quad (۴-۷)$$

اما مشکل دیگری که ممکن است پیش آید مقیاس سطح خاکستری تصویر حاوی نویز تناوبی و نویز بدست آمده در رابطه (۴-۷) می باشد که برای این منظور بهترین راه حل این است که مقیاس تصویر حاوی نویز تناوبی و معادله نویز را بین ۰ تا ۱ لحاظ نمائیم برای این منظور کافی است رابطه (۴-۷) را به صورت زیر بازنویسی نمائیم.

$$r(x,y)=(0.294*\sin\left(\frac{\pi x}{1.05}+\frac{\pi y}{25}\right)+0.294)/2*0.294 \quad (۴-۷)$$

رابطه فوق مقدار خروجی اش بین ۰ تا ۱ خواهد بود کافی است رابطه بدست آمده بالا را از تصویر حاوی نویز تناوبی کسر نموده و تصویر بدون نویز را بدست آوریم، چنانچه در این تفاضل حاصل بین ۰ تا یک بود مقدار جدید را جایگزین می نمائیم و گرنه مقدار قبلی را جایگزین خواهیم نمود. نتیجه حذف نویز تناوبی از شکل (۴-۱۶) (ب) را در شکل (۴-۲۰) مشاهده می نمائید.



شکل (۴-۲۰) تصویر بهبود یافته شکل (۴-۱۶) (ب) توسط روش پیشنهادی

نتایج روش پیشنهادی دوم را با فرض ثابت بودن فاز در شکل (۴-۲۱) بر روی تصاویر با سایزهای مختلف و نویزهای تناوبی مختلف مطابق جدول (۴-۱)، مشاهده می گردد.

جدول (۴-۱) پارامترهای نویز تناوبی اضافه شده به تصویر

نام نویز	دامنه	فرکانس محور x	فرکانس محور y
P1	1	$\frac{\pi}{25}$	$\frac{\pi}{1.25}$
P2	2	$\frac{\pi}{15}$	π
P3	0.5	$\frac{\pi}{1.6}$	$\frac{\pi}{6.28}$

۴-۴- نتایج پیاده سازی



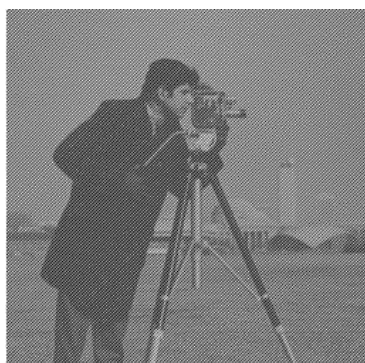
ج



ب



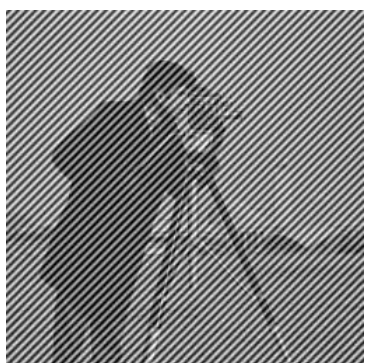
الف



نویز p1



تصویر بعد از حذف نویز p1



نویز p3



تصویر بعد از حذف نویز p3



نویز p1



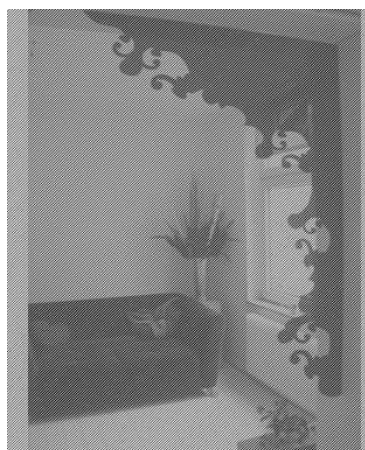
تصویر بعد از حذف نویز p1



نویز p3



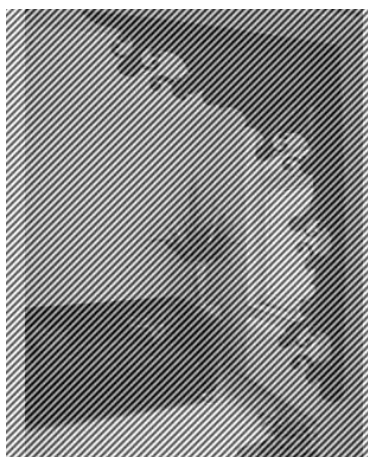
تصویر بعد از حذف نویز p3



نویز p1



تصویر بعد از حذف نویز p1



نویز p3



تصویر بعد از حذف نویز p3

شکل (۴-۱۵) (الف)(ب)(ج) تصاویر اصلی (صفحه ۷۷)

بقیه اشکال حاصل اعمال نویز تناوبی و اصلاح آن توسط تکنیک mmse (صفحه ۷۷ الی صفحه ۷۹)



تصویر بعد از حذف نویز p2



تصویر آلوده به نویز تناوبی p2



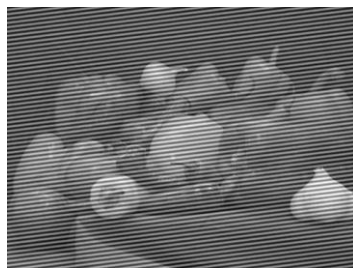
تصویر بعد از حذف نویز p3



تصویر آلوده به نویز تناوبی p3



تصویر بعد از حذف نویز p2



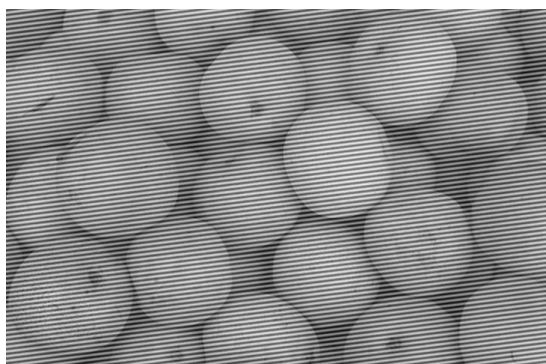
تصویر آلوده به نویز تناوبی p2



تصویر بعد از حذف نویز p3



تصویر آلوده به نویز تناوبی p3



تصویر آلوده به نویز تناوبی p2



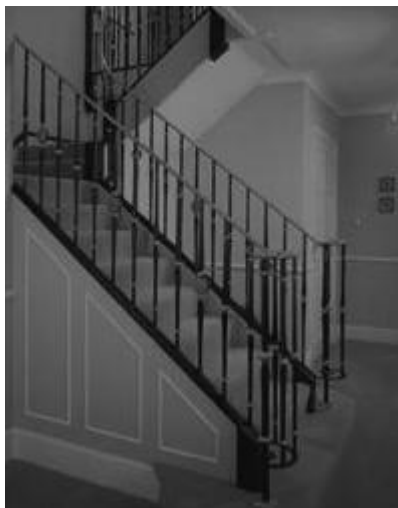
تصویر بعد از حذف نویز p2



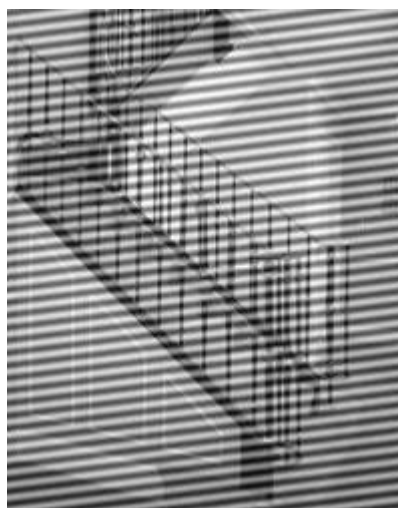
تصویر بعد از حذف نویز p3



تصویر آلوده به نویز تناوبی p3



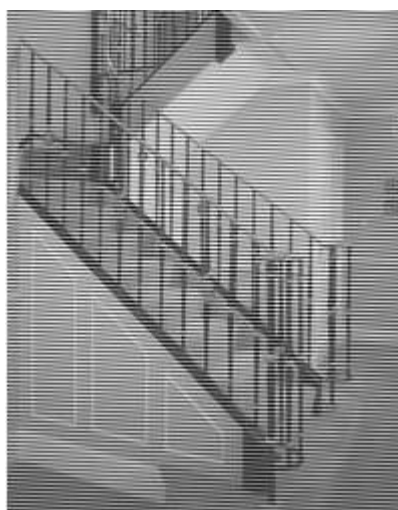
تصویر بعد از حذف نویز p2



تصویر آلوده به نویز تناوبی p2



تصویر بعد از حذف نویز p3



تصویر آلوده به نویز تناوبی p3

شکل (۴-۲۱) تصاویر حاصل از اعمال نویز و خروجی الگوریتم پیشنهادی دوم (از صفحه ۷۹ الی ۸۱)

فصل پنجم

نتیجه گیری

۵-۱- نتیجه گیری

به طور کلی اکثر روشهای حذف نویز تناوبی در حوزه فرکانس عمل می نمایند و دلیل آن استخراج راحت تر پارامترهای نویز تناوبی می باشد. در حوزه فرکانس دو عمل مهم می باشد تا تصویر آلوده به نویز تناوبی بهبود یابد :

۱- تشخیص خودکار *Spike* ها در حوزه فرکانس و تشخیص خودکار محدوده مولفه *DC* تصویر.

۲- جایگزینی مقدار مناسبی به جای مقادیر مولفه فرکانس نویز.

زمانی که فرکانس نویز تناوبی خیلی کم می باشد تقریباً کلیه روش های بررسی شده در این حالت خاص مشکل دارند و دلیل عمده آن این است که *Spike* ها خیلی نزدیک به مولفه *DC* تصویر می شوند و هرگونه تغییر در آن موجب تغییرات ناخواسته ای در تصویر می شود لذا دو مورد ذکر شده در بالا در این حالت به راحتی قابل انجام نیست.

در مواقعی که فرکانس نویز تناوبی نیز زیاد باشد اکثر روش ها پارامترهای زیادی دارند که بایستی به صورت تجربی تنظیم گردند تا نویز تناوبی به خوبی از تصویر حذف گردد و گرنه ممکن است پاسخ مطلوب بدست نیاید.

در دو روش پیشنهادی در این پایان نامه سعی شده است تا موارد ذکر شده برطرف گردد. با توجه به اینکه این دو روش از دو دیدگاه مختلف بررسی شده اند اما توانائی بسیار خوبی جهت حذف نویز تناوبی دارند. روش اول که با سری های زمانی در حوزه فرکانس ارائه گردیده است باعث شده است تا اثر نویز که در حاشیه های تصویر باقی می ماند نیز از بین برود و این روش بر روی هر مدل نویز تناوبی پاسخ می دهد البته این روش نیز مانند روش های دیگر در حوزه فرکانس ، زمانی که فرکانس نویز تناوبی خیلی کم باشد دچار مشکل می گردد.

اما روش دوم که دیدی کاملاً جدید نسبت به مسأله دارد بدون استفاده از حوزه فرکانس و فقط با استفاده از آنالیز سیگنال تصویر اصلی مولفه های نویز را استخراج نموده و الگوی نویز را می سازد و با کسر نمودن الگوی نویز از تصویر حاوی نویز تناوبی تصویر اصلی را با کیفیت مناسبی استخراج می نماید.

۵-۲- کارهای آینده

جهت ادامه کار پیشنهادات زیر ارائه شده است:

- ۱- در روش دوم که با فرض ثابت بودن فاز طراحی شده است می توان تغییرات فاز را نیز در نظر گرفت و بر روی این مورد کار نمود.
- ۲- در روش اول می توان از الگوریتم های دیگر سری های زمانی که در قلمرو فرکانس ارائه گردیده اند جهت پیش بینی داده های جایگزین نویز استفاده نمود و احتمالاً بتوان پاسخ های مطلوبتری بدست آورد.
- ۳- با گسترش روش دوم ارائه شده در این پایان نامه می توان تکنیکی ارائه نمود که ضعف کلیه روش های ارائه شده را پوشش دهد و بایستی دید ریاضی خوبی نسبت به نویز تناوبی داشت.

- [1] Stallings William, "Data and Computer Communications 8th Ed", Prentice Hall.
- [2] Alasdair, McAndrew, "An Introduction to Digital Image Processing with Matlab", school of Computer Science and Mathematics Victoria University of Technology.
- [3] Gonzalez R.C, Woods R.E.(2008), "Digital Image Processing 3rd Ed", Prentice Hall.
- [4] Gonzalez R.C, Woods R.E, Eddins S.L(2004), "Digital Image Processing Using Matlab 1st Ed", Gatesmark Publishing.
- [5] معلم.پ، بهنام پور.م، (۱۳۸۶) "طراحی فیلتر برشی بهینه هوشمند به منظور کاهش اثر نویز تناوبی"، سومین کنفرانس فن آوری اطلاعات و دانش (IKT2007)، دانشگاه فردوسی مشهد.
- [6] Synder W. and Qi H.(2002) "Machine Vision", Cambridge University Press.
- [7] Venkateswarlu R. , Sujata K.V. and Venkateswara B.(1992) "Centroid Tracker and Point Selection", *SPIE* Vol, 1697, pp 520-529.
- [8] McAndrew A.(2004) "An Introduction to Digital Image Processing with MATLAB", Victoria University of Technology.
- [9] Aizenberg I and Butakoff C. (2002) "Frequency domain median-like filter for periodic and quasi-periodic noise removal", *SPIE Proceedings of Image Processing: Algorithms and Systems*, pp. 181–191.
- [10] Astola J. and Kuosmanen P. (1997) "Fundamental of non-linear digital filtering", CRC Press, Boca Raton, N.Y.
- [11] Shimada Y., Nishimura Y., Usagawa T. and Ebata M. (1999) "Active control for periodic noise with variable fundamental An extended DXHS algorithm with frequency tracking ability", *Journal of Acoustical Science and Technology, Journal of the Acoustical Society of Japan*, Vol.20, No.4.
- [12] Aizenberg I., Butakoff C., Astola J. and Egiazarian K.(2002) " Nonlinear Frequency Domain Filter for the Quasi-Periodic Noise Removal", *Proceedings of International TICSP Workshop on Spectral Methods and Multirate Signal Processing, SMMSP'2002, TICSP Series #17, 2002*, pp. 147-153.

- [13] Aizenber I., Bregin T. and Paliy D. (2002) "New Method for the Impulsive Noise Filtering Using its Preliminary Detection", SPIE Proceedings Vol. 4667.
- [14] Aizenberg I. and Butakoff C., (2008) "A Windowed Gaussian Notch Filter for Quasi-Periodic Noise Removal", *Image and Vision Computing*, vol. 26, Issue 10, October 2008, pp. 1347-1353.
- [15] KPratt W. (1992) "*Digital Image Processing, Second Edition*", New York John Wiley & Sons.
- [16] Aizenberg I. & Butakoff C. (2002) "Median in spatial and frequency domain filtering", *SPIE's International Technical Groups Newsletters on Electronic Imaging* 12 (2) 4.
- [۱۷] معلم.پ، بهنام پور.م، و منجمی.ا. (۱۳۸۷) "کاهش اثر نوی تناوبی در تصاویر دیجیتال به کمک فیلتر میانه هوشمند در حوزه فرکانس"، پنجمین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصاویر ایران (MVIP2008)، صفحات ۶۵۸ الی ۶۶۳، دانشگاه تبریز.
- [18] Abraham B. (1982) "Temporal aggregation and time series", *International statistical Review*, 50, pp 285-291.
- [19] Brillinger D.R. (1975) "Time Series: Data Analysis and Theory", Holt, Rinehart and Winston, New York.
- [۲۰] باکس جی. ای. پی و جینکینس جی.ام. (۱۳۷۱)، "تحلیل سریهای زمانی، پیش بینی و کنترل"، چاپ اول، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- [21] O'Hagan A. (1978) "Curve fitting and optimal design for prediction", J. Roy. Statist. Soc., B, pp 1-42.
- [۲۲] اندرسین ا. (۱۳۶۶) "تجزیه و تحلیل سریهای زمانی و پیش بینی"، چاپ اول، آستان قدس رضوی، مشهد.
- [23] Haykin S. (2001) "Communication Systems 4th Ed", John Wiley & Sons.
- [24] Haykin S. (1986) "Adaptive Filter Theory", Prentice Hall, New Jersey.
- [25] Monzingo A. and Miller W. (1980) "Introduction to Adaptive Arrays", John Wiley & Sons.