

سورة الاحقاف



# دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی برق-گرایش الکترونیک

موضوع:

ترمیم تصویر تخریب شده در اثر حرکت بر اساس تعیین جهت ، گسترش مات شدگی و سرعت شی در تک فریم

استاد راهنما:

دکتر یاسر بالغی دماوندی

نگارش:

مهدی شکری زاده

تابستان ۹۲

تقدیم به پدر و مادر عزیزم به پاس زحمات هایی که کشیده اند

خانواده محترم همسرم به پاس محبت های بی دریغشان

و

**همسر مهربانم که مرا در پیمودن این مسیر بسیار یاری نمود.**

## سپاسگزاری

وظیفه خود می دانم که از کمکهای موثر و زحمات بی دریغ استاد راهنمای گرانقدر، جناب آقای دکتر یاسر بالغی دماوندی که اینجانب را در تهیه و تدوین این پایان نامه یاری نموده اند و با راهنمایی های خود راهگشای اینجانب بوده اند قدردانی نمایم.

## چکیده

یکی از روش های بهبود تصویر، ترمیم کیفیت آن بر اساس تخمین یک مدل تخریب است. در چنین رهیافتی، تخمین صحیح تابع تخریب نقشی اساسی در بازیابی کیفیت تصویر خواهد داشت. عوامل مختلفی در ایجاد تخریب موثرند. یکی از عوامل پدیدآورنده تخریب در زمینه پردازش تصویر که در اکثر کاربردهای عملی تصویربرداری اتفاق می افتد حرکت دوربین در زمان ثبت تصویر است که باعث مات شدگی تصویر خواهد شد. کیفیت ترمیم تصویر مات شده در اثر حرکت بستگی زیادی به صحت تخمین پارامترهای مربوط به تابع تخریب دارد. پارامترهای مربوط به تابع تخریب این نوع مات شدگی شامل جهت و گستره است. در راستای تخمین تابع تخریب مات شدگی روش های مختلفی در حوزه مکان و حوزه فرکانس توسط پژوهشگران مختلف پیشنهاد شده است. اکثر روش های حوزه مکان از خاصیت نرم شدن لبه های تصویر در جهت مات شدگی استفاده کرده اند و اغلب روش های حوزه فرکانس از ویژگی نمونه های منظم صفرهای متناوب در طیف تصویر بهره برده اند.

در این پژوهش یک روش نو برای تعیین جهت و گستره مات شدگی پیشنهاد شده است که دقت تخمین پارامترها را نسبت به روش های مشابه بهبود داده است. روش پیشنهادی بر پایه تبدیل فوریه مضاعف است. در روش پیشنهادی برای تخمین جهت مات شدگی، از تصویر مات شده تبدیل فوریه مضاعف گرفته می شود و سپس عملیاتی نظیر باینری کردن و عملگرهای ریخت شناسی و عملگر توصیف گر ناحیه ای به کار برده می شود. برای تعیین گستره نیز از چرخاندن تصویر و محاسبه ی ماکزیمم های نسبی استفاده شده است. برای بررسی کارآیی روش پیشنهادی از معیارهای کیفیت بصری تصویر بازیابی شده و همچنان معیار پیک سیگنال به نویز در مقایسه با روش های دیگر استفاده شده است. این روش روی تصاویر استاندارد شبیه سازی شده به کار برده شده است و نتایج نشان دهنده این است که الگوریتم پیشنهادی با خطای تخمین جهت تقریباً  $1/5$  درجه و خطای تخمین گستره  $1$  پیکسل، دقت بالاتری را در تخمین جهت و گستره از خود نشان می دهد و همچنین عملکرد بهتر این روش در محدوده وسیعتری از تغییرات طول و جهت، در مقایسه با روش های دیگر قابل توجه است.

## واژه های کلیدی

ترمیم تصویر، تابع تخریب، مات شدگی ناشی از حرکت، عملگر ریخت شناسی، توصیف گرهای ناحیه ای

صفحه	عنوان	فهرست مطالب
۱	کلیات تحقیق	
۲	۱-۱-مقدمه	
۴	۲-۱ مدل تخریب تصویر	
۷	۳-۱ مدل مات شدگی	
۷	۱-۳-۱ مات شدگی بی کانونی	
۸	۲-۳-۱ ماتی در اثر اغتشاش جوی	
۹	۳-۳-۱ ماتی در اثر حرکت	
۱۳	۴-۱ مدل نویز	
۱۳	۵-۱ ترمیم تصویر	
۱۷	۶-۱ نرخ پیک سیگنال به نویز	
۱۸	۶-۱ تکنیکهای ترمیم کلاسیک	
۱۸	۱-۶-۱ فیلتر معکوس	
۱۹	۲-۶-۱ ترمیم کمینه میانگین مربعات	
۱۹	۱-۲-۶-۱:فیلتر وینر	
۲۰	۲-۲-۶-۱ فیلترینگ حداقل مربعات مقید	
۲۱	۳-۶-۱ دی کانونلوشن لوسی-ریچاردسون	
۲۲	۷-۱ تعریف مساله	
۲۳	۸-۱ ساختار پایان نامه	
۲۴	۹-۱ نتیجه گیری	
۲۵	مروری بر تحقیقات انجام شده	
۲۶	۱-۲ مقدمه	
۲۶	۲-۲ روش مشتق گیری در همه جهات	
۲۶	۱-۲-۲ تعیین طول مات شدگی	
۲۷	۲-۲-۲ تعیین جهت مات شدگی	
۲۸	۳-۲-۲ خلاصه روش برای تعیین پارامترهای مات شدگی	
۳۰	۳-۲ روش تبدیل هاف	
۳۲	۱-۳-۲ پیدا کردن جهت مات شدگی	
۳۳	۲-۳-۲ پیدا کردن گستره مات شدگی	
۳۴	۴-۲ روش استفاده از تابع آشکار ساز	
۳۴	۱-۴-۲ پیدا کردن جهت و گستره بصورت همزمان	
۳۶	۵-۲ روش استفاده از سه گشتاور مرتبه دوم فرکانسی	
۳۶	۱-۵-۲ پردازش در حوزه فرکانس	

۳۷	۲-۵-۲ آشکارسازی محور میانی
۳۹	۲-۶-۲ روش استفاده از خطای ترمیم عمدی
۳۹	۲-۶-۱- تعیین جهت مات شدگی
۴۳	۲-۷-۲ روش استفاده از کمترین انرژی فرکانس بالای جهت دار
۴۳	۲-۷-۱- روش تعیین جهت مات شدگی
۴۵	۲-۸-۲ روش تخمین پارامترها بر پایه حوزه Cepstrum تصویر ترمیم شده عمدی
۴۵	۲-۸-۱- توصیف روش
۴۷	۲-۸-۲- مراحل تشخیص جهت مات شدگی
۴۸	۲-۸-۳- محاسبه گستره مات شدگی
۴۸	۲-۹-۲ روش استفاده از تبدیل رادون و سری های فازی
۴۸	۲-۹-۱- تخمین جهت مات شدگی
۵۰	۲-۹-۲- تخمین گستره مات شدگی
۵۳	۲-۱۰-۲ روش تخمین بر اساس حوزه cepctrum و طیف با استفاده از فیلتر ریخت شناسی
۵۳	۲-۱۰-۱- تخمین جهت مات شدگی
۵۴	۲-۱۰-۲ تخمین گستره مات شدگی
۵۵	۲-۱۱- نتیجه گیری
۵۷	توصیف روش پیشنهادی
۵۸	۳-۱- تخمین جهت مات شدگی
۶۲	۳-۲- تعیین گستره مات شدگی
۶۷	۳-۳- نتیجه گیری
۶۸	نتایج آزمایشات و مقایسه با روشهای مختلف
۶۹	۴-۱- آزمایش ها و نتایج
۶۹	۴-۱-۱- آزمایش ها برای بدست آوردن جهت مات شدگی
۸۵	۴-۱-۲- آزمایش ها برای بدست آوردن جهت مات شدگی
۹۱	۴-۲- مقایسه تاثیر خطای تخمین جهت و گستره در باز یابی تصویر با استفاده از فیلتر وینر
۱۱۱	۴-۳- بازیابی با استفاده از فیلتر معکوس
۱۱۳	۴-۴- نتیجه گیری
۱۱۴	جمع بندی و پیشنهاد ادامه کار
۱۱۵	۵-۱- جمع بندی
۱۱۵	۵-۲- پیشنهادات ادامه کار
۱۱۷	منابع و مآخذ

صفحه	فهرست شکلها	عنوان
۴		شکل ۱-۱- مدل تخریب/ ترمیم تصویر
۷		شکل ۱-۲- انواع تصاویر مات شده
۸		شکل ۳-۱- $PSF$ مربوط به ماتی بی کانونی (ب) پاسخ فرکانسی مربوط به این ماتی
۹		شکل ۴-۱ (الف) $PSF$ مربوط به ماتی اغتشاش جوی (ب) پاسخ فرکانسی مربوط به این ماتی
۱۰		شکل ۵-۱- تصویر مات شده برابر با جمع تصاویر در یک بازه زمانی
۱۲		شکل ۶-۱ (الف) $PSF$ مربوط به ماتی حرکت (ب) پاسخ فرکانسی مربوط به این ماتی
۲۸		شکل ۱-۲- تابع همبستگی مشتق تصویر
۲۹		شکل ۲-۲- تابع همبستگی تصویر اصلی
۲۹		شکل ۳-۲- تابع همبستگی مشتق پالس مستطیلی
۳۱		شکل ۴-۲- مقایسه بین تصاویر لبه های تصویر غیر مات شده و تصویر مات شده
۳۲		شکل ۵-۲- شکل بخش بندی شده و صفرگذاری تصویر لبه ها
۳۳		شکل ۶-۲- رابطه بین $\Theta$ و خط عمود گذرنده از مبدا در تبدیل هاف
۳۴		شکل ۷-۲- تابع آشکارساز
۳۵		شکل ۸-۲- طیف فوریه تابع پالس مستطیلی
۳۶		شکل ۹-۲- طیف فوریه تصویر تخریب شده (نقاط عدم تمایز با دایره و نقاط عدم تقارن با بیضی مشخص شده است)
۳۷		شکل ۱۰-۲- طیف فوریه تصویر بعد از اعمال عملگرهای باینری کردن، ریخت شناسی و روش تشخیص اتصال اصلی
۴۱		شکل ۱۱-۲- طیف دامنه تابع $S^{-1}$
۴۲		شکل ۱۲-۲- تابع گرین $S$ وقتی $PSF$ فرضی و درست در یک جهت باشند
۴۶		شکل ۱۳-۲- تابع گرین با گستره $PSF$ درست ۳۰ و $PSF$ فرضی ۴۵
۵۰		شکل ۱۴-۲- نتیجه اعمال تبدیل رادون به لگاریتم تبدیل فوریه تصویر مات شده در جهت ۴۵ درجه
۵۲		شکل ۱۵-۲- رسم تابع عضویت با $a = 30$ و $c = 230$
۵۳		شکل ۱۶-۲- طیف باینری شده تصویر مات شده در جهت ۵۰ درجه و طول مات شدگی ۲۰ پیکسل
۵۴		شکل ۱۷-۲ (الف) تصویر آستانه گذاری شده طیف فوریه (ب) استفاده از عملگر اسکلت سازی ریخت شناسی
۵۵		شکل ۱۸-۲- اندازه تبدیل فوریه معکوس بردار یک بعدی طیف فوریه
		شکل ۳-۱ (الف) تصویر تخریب شده توسط تابع تخریب حرکت خطی یکنواخت در جهت ۴۵- درجه (ب) طیف فوریه
۵۹		تصویر تخریب شده
۶۰		شکل ۲-۳ (الف) تصویر تخریب شده با تابع تخریب حرکت خطی یکنواخت در جهت ۱۳۵- درجه
		شکل ۳-۳- تصویر تبدیل فوریه مضاعف تصویر تخریب شده بعد از عملگرهای فیلتر گوسی و باینری کردن و اعمال
۶۱		عملگر ریخت شناسی



- شکل ۳-۴- بلوک دیاگرام مربوط به مراحل یافتن جهت مات شدگی در روش پیشنهادی ۶۱
- شکل ۳-۵- تابع پالس مستطیلی ۶۲
- شکل ۳-۶- اندازه تابع سینک ۶۲
- شکل ۳-۷- تابع سینک ۶۳
- شکل ۳-۸- تابع سینک مستطیلی ۶۳
- شکل ۳-۹- تبدیل فوریه تابع RECTANGULAR-SINC ۶۴
- شکل ۳-۱۰- اندازه تبدیل فوریه تابع سینک ۶۵
- شکل ۳-۱۱- اندازه تبدیل فوریه تابع سینک ۶۵
- شکل ۳-۱۲- نمودار شدت روشنایی تصویر در سطر شامل روشن ترین پیکسل ۶۶
- شکل ۳-۱۳- بلوک دیاگرام مربوط به مراحل یافتن گستره مات شدگی ۶۶
- شکل ۴-۱- تصویر گل (بدون ماتی) استفاده شده در [45] ۶۹
- شکل ۴-۲- مقایسه نموداری خطای مطلق بین روش پیشنهادی و چهار روش دیگر با پارامترهای : الف) گستره ماتی ۵ ۷۱
- ب) گستره ماتی ۱۰ ج) گستره ماتی ۱۵ د) گستره ماتی ۲۰ ۷۱
- شکل ۴-۳- تصویر هوایی کنترل ترافیک ۷۲
- شکل ۴-۴- تصویر LENA تصویر استاندارد پردازش تصویر ۷۳
- شکل ۴-۵- تصویرهای استاندارد مورد استفاده در پایان نامه ۷۵
- شکل ۴-۶- نمودار خطای تخمین جهت بر حسب جهت و گستره برای تصویر CAMERAMAN الف) ابعاد تصویر مورد استفاده ۲۵۶\*۲۵۶ ب) ابعاد تصویر مورد استفاده ۵۱۲\*۵۱۲ ۷۶
- شکل ۴-۷- نمودار خطای تخمین جهت بر حسب جهت و گستره برای تصویر F16 الف) ابعاد تصویر مورد استفاده ۲۵۶\*۲۵۶ ب) ابعاد تصویر مورد استفاده ۵۱۲\*۵۱۲ ۷۷
- شکل ۴-۸- نمودار خطای تخمین جهت بر حسب جهت و گستره برای تصویر LENA الف) ابعاد تصویر مورد استفاده ۲۵۶\*۲۵۶ ب) ابعاد تصویر مورد استفاده ۵۱۲\*۵۱۲ ۷۸
- شکل ۴-۹- نمودار خطای تخمین جهت بر حسب جهت و گستره برای تصویر LIVINGROOM الف) ابعاد تصویر مورد استفاده ۲۵۶\*۲۵۶ ب) ابعاد تصویر مورد استفاده ۵۱۲\*۵۱۲ ۷۹
- شکل ۴-۱۰- نمودار خطای تخمین جهت بر حسب جهت و گستره برای تصویر MANDRILL الف) ابعاد تصویر مورد استفاده ۲۵۶\*۲۵۶ ب) ابعاد تصویر مورد استفاده ۵۱۲\*۵۱۲ ۸۰
- شکل ۴-۱۱- نمودار خطای تخمین جهت بر حسب جهت و گستره برای تصویر PIRATE الف) ابعاد تصویر مورد استفاده ۲۵۶\*۲۵۶ ب) ابعاد تصویر مورد استفاده ۵۱۲\*۵۱۲ ۸۱
- شکل ۴-۱۲- الف) نمودار تغییر ماکزیمم خطا بر حسب ابعاد تصویر ۸۳
- شکل ۴-۱۳- نمودار خطای تخمین گستره بر حسب جهت و گستره برای تصویر CAMERAMAN ۸۶
- شکل ۴-۱۴- نمودار خطای تخمین گستره بر حسب جهت و گستره برای تصویر F16 ۸۶

- شکل ۴-۱۵- نمودار خطای تخمین گستره بر حسب جهت و گستره برای تصویر LENA ۸۷
- شکل ۴-۱۶- نمودار خطای تخمین گستره بر حسب جهت و گستره برای تصویر LIVINGROOM ۸۷
- شکل ۴-۱۷- نمودار خطای تخمین گستره بر حسب جهت و گستره برای تصویر MANDRIL ۸۸
- شکل ۴-۱۸- نمودار خطای تخمین گستره بر حسب جهت و گستره برای تصویر PIRATE ۸۸
- شکل ۴-۱۹- تصویر BOOK بعد از اعمال مات شدگی و اضافه کردن نویز ۹۲
- شکل ۴-۲۰- تصویر LENA بعد از اعمال مات شدگی و اضافه کردن نویز ۹۲
- شکل ۴-۲۱- تصویر ترمیم شده LENA با روش HOUGH TRANSFORM ۹۴
- شکل ۴-۲۲- تصویر ترمیم شده LENA با روش FUZZY SETS ۹۴
- شکل ۴-۲۳- تصویر ترمیم شده LENA با روش CEPSTRUM ۹۵
- شکل ۴-۲۴- تصویر ترمیم شده LENA با روش CEPSTRUM OF INTENTIONAL RESTORED IMAGE ۹۵
- شکل ۴-۲۵- تصویر ترمیم شده LENA با روش PROPOSED METHOD ۹۶
- شکل ۴-۲۶- تصویر ترمیم شده CAMERAMAN با روش HOUGH TRANSFORM ۹۷
- شکل ۴-۲۷- تصویر ترمیم شده CAMERAMAN با روش FUZZY SETS ۹۷
- شکل ۴-۲۸- تصویر ترمیم شده CAMERAMAN با روش CEPSTRUM ۹۸
- شکل ۴-۲۹- تصویر ترمیم شده CAMERAMAN با روش CEPSTRUM OF INTENTIONAL RESTORED IMAGE ۹۸
- شکل ۴-۳۰- تصویر ترمیم شده CAMERAMAN با روش PROPOSED METHOD ۹۹
- شکل ۴-۳۱- تصویر ترمیم شده F16 با روش HOUGH TRANSFORM ۱۰۰
- شکل ۴-۳۲- تصویر ترمیم شده F16 با روش FUZZY SETS ۱۰۰
- شکل ۴-۳۳- تصویر ترمیم شده F16 با روش CEPSTRUM ۱۰۱
- شکل ۴-۳۴- تصویر ترمیم شده F16 با روش CEPSTRUM OF INTENTIONAL RESTORED IMAGE ۱۰۱
- شکل ۴-۳۵- تصویر ترمیم شده F16 با روش PROPOSED METHOD ۱۰۲
- شکل ۴-۳۶- تصویر ترمیم شده LIVINGROOM با روش HOUGH TRANSFORM ۱۰۳
- شکل ۴-۳۷- تصویر ترمیم شده LIVINGROOM با روش FUZZY SETS ۱۰۳
- شکل ۴-۳۸- تصویر ترمیم شده LIVINGROOM با روش CEPSTRUM ۱۰۴
- شکل ۴-۳۹- تصویر ترمیم شده LIVINGROOM با روش CEPSTRUM OF INTENTIONAL RESTORED IMAGE ۱۰۴
- شکل ۴-۴۰- تصویر ترمیم شده LIVINGROOM با روش PROPOSED METHOD ۱۰۵
- شکل ۴-۴۱- تصویر ترمیم شده MANDRIL با روش HOUGH TRANSFORM ۱۰۶

- شکل ۴-۴۲- تصویر ترمیم شده LIVINGROOM با روش FUZZY SETS ۱۰۶
- شکل ۴-۴۳- تصویر ترمیم شده LIVINGROOM با روش CEPSTRUM ۱۰۷
- شکل ۴-۴۴- تصویر ترمیم شده LIVINGROOM با روش CEPSTRUM OF INTENTIONAL RESTORED IMAGE ۱۰۷
- شکل ۴-۴۵- تصویر ترمیم شده LIVINGROOM با روش PROPOSED METHOD ۱۰۸
- شکل ۴-۴۶- تصویر ترمیم شده PITATE با روش HOUGH TRANSFORM ۱۰۹
- شکل ۴-۴۷- تصویر ترمیم شده PIRATE با روش FUZZY SETS ۱۰۹
- شکل ۴-۴۸- تصویر ترمیم شده PIRATE با روش CEPSTRUM ۱۱۰
- شکل ۴-۴۹- تصویر ترمیم شده PIRATE با روش CEPSTRUM OF INTENTIONAL RESTORED IMAGE ۱۱۰
- شکل ۴-۵۰- تصویر ترمیم شده PIRATE با روش PROPOSED METHOD ۱۱۱
- شکل ۴-۵۱- تصویر ترمیم شده CAMERAMAN با استفاده از فیلتر شبه معکوس  $R=7$  ۱۱۲
- شکل ۴-۵۲- تصویر ترمیم شده CAMERAMAN با استفاده از فیلتر شبه معکوس  $R=12$  ۱۱۲
- شکل ۴-۵۳- تصویر ترمیم شده CAMERAMAN با استفاده از فیلتر شبه معکوس  $R=25$  ۱۱۲

صفحه	فهرست جداول	عنوان
۵۶	جدول ۱-۲- مقایسه بین نقاط ضعف و قوت روشهای مطالعه شده	
۷۲	جدول ۱-۴- مقایسه بین MSE بدست آمده برای روش پیشنهادی و روش ۳ گشتاور مرتبه دوم	
۷۴	جدول ۲-۴- مقایسه ماکزیمم خطای تخمین جهت بین روش پیشنهادی و ۴ روش دیگر	
۸۴	جدول ۳-۴- جدول ماکزیمم خطای مطلق و MSE برای عکسهای مختلف در اندازه های مختلف	
۸۵	جدول ۴-۴- مقایسه ماکزیمم خطا تخمین گستره مات شدگی روشهای مختلف	
۹۰	جدول ۵-۴- مقایسه ماکزیمم خطا تخمین گستره مات شدگی روشهای مختلف	
۹۳	جدول ۶-۴- ماکزیمم خطای تخمین جهت و گستره برای روشهای مختلف	

# فصل اول

## کلیات تحقیق

## ۱-۱- مقدمه

سیستم بینایی<sup>۱</sup> انسان همراه سیستم عصبی شخص را قادر می سازد تا اشیاء را شناسایی<sup>۲</sup> و طبقه بندی<sup>۳</sup> کند. اطلاعات بصری ابتدا توسط سیستم بینایی پردازش شده و سپس برای تشخیص به مغز انسان فرستاده می شود. این سیستم به ما اجازه می دهد که محیط پیرامونمان را مشاهده کنیم و منطبق با آن امور را انجام دهیم. سیستم بینایی انسان بسیار پیچیده است و موضوع تحقیق بسیاری از محققان بوده است [1].

همانند سیستم بینایی انسان، پردازش تصویر دیجیتال شامل پردازش های ضبط<sup>۴</sup>، دستکاری<sup>۵</sup> و تحلیل است [2,3]. تصاویر بوسیله تعداد زیادی از وسایل فیزیکی مثل دوربین، اشعه ایکس، میکروسکوپ الکترونی و التراسوند<sup>۶</sup> تولید شده و برای مقاصد مختلفی به کار برده می شود. یک تصویر دیجیتال به صورت تابع متغیر دو بعدی بیان می شود و شکل ریاضی آن به صورت زیر خواهد بود:

$$I = f(x, y) \quad (1-1)$$

که  $x$  و  $y$  مختصات مکانی پیکسل و مقدار  $f$  در هر نقطه  $(x, y)$  متناسب با شدت روشنایی یا سطح خاکستری<sup>۷</sup> تصویر در آن نقطه است [2,4]. پردازش تصویر دیجیتال دارای مزایای مانند هزینه پایین، سرعت و انعطاف پذیری است و در بسیاری از رشته های علمی چون پزشکی، سرگرمی [5]، صنعت، نظامی، عمران و . . کاربرد دارد. در هریک از کاربردها هدف خارج کردن اطلاعات در مورد صحنه تصویر برداری شده است. بسته به نوع کاربرد، پردازش تصویر در حوزه های زیر مورد استفاده قرار می گیرد [4] :

---

1 -Visual system  
2 -Recognise  
3 -Classify  
4 -Acquiring  
5 -Manipulating  
6 -Ultrasound  
7 -Gray level

۱- بهبود تصویر<sup>۱</sup>

۲- ترمیم تصویر<sup>۲</sup>

۳- فشرده سازی تصویر<sup>۳</sup>

۴- بخش بندی تصویر<sup>۴</sup>

۵- درک تصویر<sup>۵</sup>

تکنیک های بهبود تصویر روی بهبود کیفیت ظاهری تصویر بحث می کنند بنابراین فهم آن با چشم انسان سازگارتر است. بعضی از مثال های بهبودی تصویر شامل هموارسازی هیستوگرام، ماسک گذاری نرم کننده<sup>۶</sup>، گسترش کنتراست و غیره است.

ترمیم تصویر فرآیندی است که با استفاده از اطلاعات موجود در مورد پدیده تخریب کننده تصویر، تصویر خراب شده را بازسازی یا اصلاح می کند. این فرآیند با طراحی فیلتر انجام می پذیرد و نزدیک بودن تصویر ترمیم شده نسبت به تصویر اصلی به دقت فیلتر طراحی شده بستگی دارد. تکنیکهای فشرده سازی تصویر در مورد ارزیابی تصویر با کمترین بیت های ممکن بدون از بین رفتن قابلیت فهم تصویر در موقع بازسازی بحث می کند.

بخش بندی تصویر مرحله اول تحلیل یک تصویر است و در این فرآیند تصویر به قسمتهای تشکیل دهنده اش تقسیم می شود. درک تصویر روی نمایش سیمبولیک<sup>۷</sup> تصویر با استفاده از بعضی از مشخص های آن بحث می کند.

سه دسته اول در سطح پایین تری نسبت به دو مرحله دوم قرار دارند بدین صورت که سه دسته اول تصویر را به عنوان ورودی گرفته و خروجی نیز تصویر است اما دو دسته دوم تصویر را به عنوان ورودی گرفته و مشخصه و یا رمز متناسب با تصویر را تولید می کند [4].

پژوهش های انجام شده آورده شده در این پایان نامه مرتبط با حوزه ترمیم تصویر است.

---

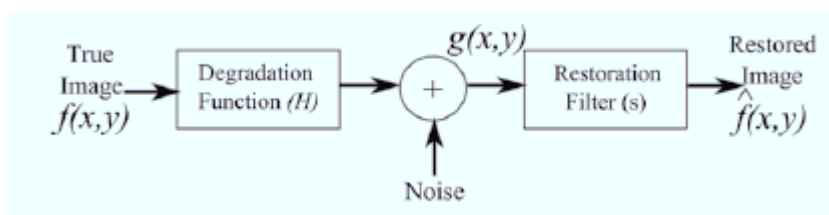
1 -Image enhancement  
2 -Image restoracion  
3 -Image compression  
4 -Image segmentation  
5 -Image understanding  
6 -Unsharp masking  
7 -Symbolic

## ۲-۱ مدل تخریب تصویر

تصویر تخریب شده  $g(x, y)$  با اعمال عملگر تخریب  $H$  روی تصویر  $f(x, y)$  و اضافه کردن نویز  $\eta(x, y)$  بدست می آید.

$$g(x, y) = H[f(x, y)] + \eta(x, y) \quad (2-1)$$

هدف ترمیم تصویر تخمین  $f(x, y)$  از تصویر مشاهده شده  $g(x, y)$  با استفاده از مقدار شناخته شده  $H$  است [7,8]. مدل تخریب و ترمیم به صورت کلی در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. عملگر  $H$  می تواند خطی یا غیر خطی باشد.



شکل ۱-۱- مدل تخریب / ترمیم تصویر [6]

اغلب فرض می شود عملگر  $H$  خطی است یعنی شرط زیر در مورد عملگر تخریب صدق می کند [6]:

$$H[k_1 f_1(x, y) + k_2 f_2(x, y)] = k_1 H[f_1(x, y)] + k_2 H[f_2(x, y)] \quad (3-1)$$

که  $k_1$  و  $k_2$  دو مقدار ثابت و  $f_1(x, y)$  و  $f_2(x, y)$  دو تصویر ورودی دلخواه است.

1 -Degradation  
2 -Observed image



همچنین فرض می شود که عملگر تخریب مستقل از جابه جایی<sup>1</sup> است یعنی پاسخ در هر نقطه از تصویر به مقدار ورودی بستگی دارد و به مکان آن نقطه وابسته نیست. شکل ریاضی این شرط در زیر نشان داده شده است:

$$H[f(x - \alpha, y - \beta)] = g(x - \alpha, y - \beta) \quad (4-1)$$

با فرض دو شرط بالا و این که می توان  $f(x, y)$  را به صورت زیر تعریف نمود:

$$f(x, y) = \iint_{-\infty}^{+\infty} f(\alpha, \beta) \delta(x - \alpha, y - \beta) d\alpha d\beta \quad (5-1)$$

با جایگزین کردن معادله (5-1) در (4-1) داریم:

$$g(x, y) = H\left[\iint_{-\infty}^{+\infty} f(\alpha, \beta) \delta(x - \alpha, y - \beta) d\alpha d\beta\right] + \eta(x, y) \quad (6-1)$$

با توجه به این که عملگر  $H$  خطی است می توان خاصیت جمع پذیری را به انتگرالها نیز تعمیم داد بنابراین خواهیم داشت:

$$g(x, y) = \iint_{-\infty}^{+\infty} H[f(\alpha, \beta) \delta(x - \alpha, y - \beta) d\alpha d\beta] + \eta(x, y) \quad (7-1)$$

و از آن جا که  $f(\alpha, \beta)$  مستقل از  $x$  و  $y$  است از خاصیت همگنی داریم:

$$g(x, y) = \iint_{-\infty}^{+\infty} f(\alpha, \beta) H[\delta(x - \alpha, y - \beta) d\alpha d\beta] + \eta(x, y) \quad (8-1)$$

---

1-Shift invariant

عبارت

$$h(x, \alpha, y, \beta) = H[\delta(x - \alpha, y - \beta)] \quad (9-1)$$

پاسخ ضربه<sup>1</sup>  $H$  خوانده می شود. در نورشناسی<sup>2</sup> ضربه یک نقطه نور است و  $h(x, \alpha, y, \beta)$  معمولا تابع پخش نقطه ای<sup>3</sup> ( $PSF$ ) نامیده می شود [2].

چون  $H$  مستقل از مکان است داریم:

$$g(x, y) = \iint_{-\infty}^{+\infty} f(\alpha, \beta) h(x - \alpha, y - \beta) d\alpha d\beta + \eta(x, y) \quad (9-1)$$

که معادله بالا همان معادله انتگرال کانولوشن است که می توان به صورت زیر بازنویسی نمود:

$$g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) + \eta(x, y) \quad (10-1)$$

علامت \* نشانگر کانولوشن است

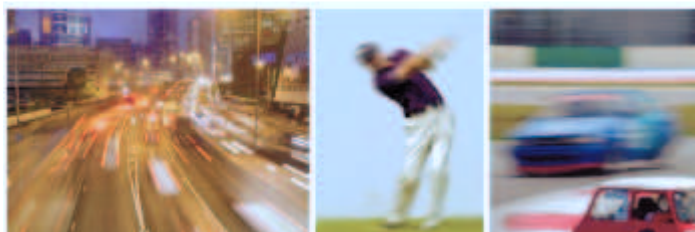
بنابراین با فرض خطی بودن و مستقل از جابه جایی بودن عملگر تخریب، تصویر تخریب شده<sup>4</sup> برابر کانولوشن تصویر بدون تخریب و عملگر تخریب است که با یک نویز جمع شونده جمع خواهد شد.

---

1 - Impulse response  
2 - Optics  
3 - Point spread function  
4 - Degraded image

## ۱-۳ مدل مات شدگی<sup>۱</sup>

تخریب مات شدگی مثل یک فیلتر پایین گذر عمل می کند که باعث نرم شدن تغییرات تند سطوح خاکستری تصویر می شود. همچنین ماتی، وضوح تصویر را با میانگین گرفتن مقدار روشنایی پیکسل ها کاهش می دهد. یک تصویر ممکن است از راه های مختلفی همچون بی کانونی<sup>۲</sup>، در اثر اغتشاش جوی<sup>۳</sup> و در اثر حرکت، مات شود. نمونه هایی از تصاویر مات شده در شکل ۱-۲ آمده است:



شکل ۱-۲- انواع تصاویر مات شده [53]

## ۱-۳-۱ مات شدگی بی کانونی

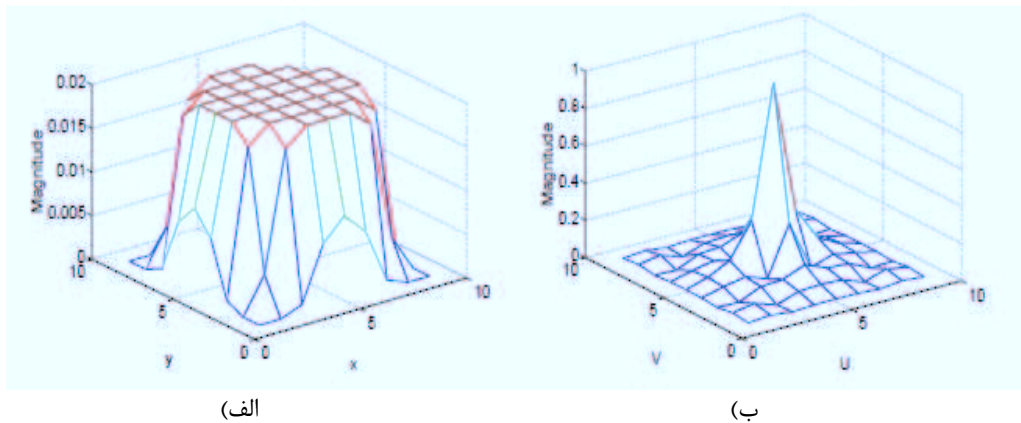
وقتی یک صحنه سه بعدی بر روی یک صفحه دو بعدی تصویر می شود ممکن است بعضی از اجزای صحنه به درستی متمرکز نشوند. برای یک دوربین دارای دریچه دایره ای، تصویر یک منبع نقطه یک دیسک کوچک که دایره اغتشاش<sup>۴</sup> نامیده می شود خواهد شد. قدرت عدم کانونی شدن به طول کانونی<sup>۵</sup> و فاصله بین شی و دوربین بستگی دارد. رابطه ۱-۱۱ رابطه  $PSF$  مربوط به این نوع مات شدگی است.

---

1 -Blur model  
2 -Out-of-focus  
3 -Atmospheric turbulence  
4 -Circle of confusion  
5 -Focal length

$$h(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{\pi R^2} & \sqrt{x^2 + y^2} \leq R \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (11-1)$$

$R$  معرف شعاع است. شکل مربوط به مات شدگی بی کانونی و شکل تبدیل حوزه فرکانس<sup>۱</sup> آن در شکل ۱-۳ آورده شده است.



شکل ۱-۳-  $PSF$  مربوط به ماتی بی کانونی (ب) پاسخ فرکانسی مربوط به این ماتی

### ۱-۳-۲ ماتی در اثر اغتشاش جوی

این نوع ماتی بدلیل اغتشاش اتمسفر زمین اتفاق می افتد. اساسا این نوع مات شدگی در کاربردهای مشاهده از راه دور بدلیل تغییرات سرعت باد اتفاق می افتد. این تغییرات باعث تغییر شاخص ضریب شکست نور<sup>۲</sup> یک لایه می شود که در نتیجه تصویر مشاهده شده دچار اعوجاج می گردد. تابع مرتبط با این نوع ماتی با تابع گوسی با انحراف استاندارد  $\sigma$  بصورت زیر مدل می شود:

1 -Frequency domain  
2 -Refractive index