

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه فردوسی مشهد

گروه مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی ارشد مخابرات – گرایش سیستم

مات زدائی کور از تصویر مات شده در اثر حرکت خطی دوربین یا شی

نویسنده

فرزاد جمالزهی مقدم

استاد راهنما

دکتر ابراهیمی مقدم

زمستان ۹۲

تقدیم به :

خداوندی که داده‌هایش رحمت آمیز و نداده‌هایش حکمت آمیز است.

پدر و مادر عزیز و مهربانم که همواره یار و یاور و مشوق من در تمام مراحل زندگی به‌ویژه تحصیل در دانشگاه بودند.

مادر بزرگ دوست داشتنی و مهربانم که متأسفانه در بستر بیماری به‌سر می‌برد و بنده عاجزانه از خداوند متان شفای عاجل وی را مسئلت دارم.

آنانکه وجودم برایشان همه رنج بوده و وجودشان برایم همه عمر

سپاس‌گزاری

نگارنده بر خود لازم می‌دارد که مراتب سپاس‌گزاری را از استاد ارجمند خود جناب آقای دکتر ابراهیمی مقدم و نیز اساتید محترم داور، آقایان دکتر سیدین و دکتر هدتنی به خاطر زحمات و رهنمودهای ارزنده‌ی ایشان در امر تدوین این رساله اعلام دارد.

چکیده

اگر در حین ضبط تصویر دوربین یا شی مورد نظر دچار حرکتی شود، در این صورت تصویر مربوطه در جهت حرکت دوربین یا شی مات می‌شود. از آنجاییکه زمان نوردهی دوربین (زمانی که شاتر دوربین برای ضبط تصویر باز است) بسیار کم است، می‌توان این نوع مات شدگی در اثر حرکت را مات شدگی حرکت خطی نامید. در مات شدگی حرکت خطی، دوربین یا شی مربوطه با سرعت ثابتی (بدون شتاب) و در یک جهت خاصی حرکت می‌کند. بنابراین پارامترهایی که برای شناسایی عامل ماتی باید تخمین زده شوند، طول حرکت و زاویه حرکت می‌باشند.

فرآیند مات زدائی تصویر، فرآیندی بیمار گونه است. تفسیرهای متفاوتی از عبارت بیمار گونه می‌توان برداشت کرد اما مفهومی که در اینجا برای آن بیان می‌شود این است که کوچکترین تغییری در داده‌های ورودی منجر به تغییرات زیادی در خروجی، یا به عبارت دیگر منجر به خروجی کاملاً متفاوت با خروجی مورد نظر می‌شود. بنابراین برای دستیابی به تصویری که کیفیت مناسبی داشته باشد، باید این پارامترها به خوبی تخمین زده شوند. بصورت کلی تخمین این پارامترها در حالتی که نویز در تصویر مات وجود داشته باشد، کار مشکل تری می‌باشد. بنابراین در ابتدا فرض می‌کنیم که نویز در سیستم وجود ندارد. در این حالت دو روش برای تخمین این پارامترها پیشنهاد داده و در قسمت بعد از ترکیبی از این روش‌ها و تبدیل رادون، برای تخمین پارامترهای تابع مات شدگی حرکت خطی در حالتی که نویز در تصویر مات وجود دارد، استفاده می‌کنیم.

اگر در حین ضبط تصویر، دوربین ثابت بوده و شی حرکت کند، در این صورت فقط بخش‌هایی از تصویر مات می‌شوند. لذا قبل از تخمین عواملی که باعث مات شدن تصویر می‌گردند، باید این نواحی استخراج شوند.

در نهایت با مشخص شدن عواملی که باعث مات شدن تصویر شده‌اند، به مات زدائی تصویر می‌پردازیم. الگوریتم ریچاردسون لاکس و فیلتر وینر به دلیل پیاده سازی راحت و حصول نتایج مناسب، در این زمینه امروزه به تنوع مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مشاهدات تجربی نشان می‌دهد که حتی اگر عامل ماتی به خوبی تخمین زده شود، بازهم صرفاً با استفاده از این روش‌ها نمی‌توان به تصویری با کیفیت مطلوب رسید. از دیگر مشکلات این روش‌ها این است که اگر تخمین پارامترهای عامل ماتی، حتی با خطای کوچکی همراه باشد، تصویر مات زدائی شده وضوح چندان مناسبی نخواهد داشت.

برای حل این مشکل نیز روش جدید دیگری ارائه نموده ایم. در این روش، ابتدا عامل ماتی را بهینه کرده و سپس به مات زدائی تصویر می‌پردازیم. و در نهایت روشی ارائه می‌شود که بتواند مصنوعات را که در حین مات زدائی، حوالی لبه‌های تیز تصویر بوجود می‌آیند، تا حدی که به تصویر خروجی لطمه‌ای وارد نشود، کاهش دهد.

فهرست عناوین

فصل اول : کلیات و مفاهیم

- ۱-۱ مقدمه..... ۱
- ۲-۱ مدل تخریب ۲
- ۳-۱ مدل مات شدگی ۴
- ۱-۳-۱ تابع دلتا..... ۵
- ۲-۳-۱ مات شدگی در اثر آشفتگی جوی ۵
- ۳-۳-۱ مات شدگی در اثر فوکوس نامناسب دوربین ۶
- ۱-۱-۴ مات زدائی غیر کور ۸
- ۲-۱-۴ مات زدائی کور ۸
- ۵-۱ مدل های نوین ۱۱
- ۱-۵-۱ نوین گوسی ۱۲
- ۳-۵-۱ نوین ریلی ۱۲
- ۴-۵-۱ نوین توانی ۱۲
- ۵-۵-۱ نوین یکنواخت ۱۳

فصل دوم : مروری کوتاه بر روش های تشخیص پارامترهای عامل ماتی در حالت حرکت خطی دوربین

- ۱-۲ مقدمه..... ۱۴
- ۲-۲ تخمین زاویه حرکت ۱۵
- ۱-۲-۲ فیلترهای هدایت شونده..... ۱۵
- ۲-۲-۲ تبدیل رادون..... ۱۷
- ۳-۲-۲ روش کپستروم ۱۹
- ۴-۲-۲ استفاده مستقیم از طیف توان تبدیل فوریه تصویر مات ۲۰
- ۳-۲ تخمین طول حرکت ۲۱
- ۱-۳-۲ روش کپستروم ۲۱
- ۲-۳-۲ روش هاف ۲۱

۲۲.....	۳-۳-۲ استفاده از طیف توان تبدیل فوریه
۲۳.....	۴-۳-۲ روش حوزه مکانی
۲۴.....	۴-۲ نتیجه گیری

فصل سوم : تخمین پارامترهای تابع مات شدگی حرکت خطی در حالت نبود نویز در تصویر

۲۷.....	۱-۳ مقدمه
۲۷.....	۲-۳ روش پیشنهادی اول
۲۷.....	۱-۲-۳ تخمین زاویه حرکت
۳۱.....	۲-۲-۳ تخمین طول حرکت
۳۳.....	۲-۲-۳ پالایش پارامترها
۳۴.....	۳-۳ روش پیشنهادی دوم
۳۴.....	۱-۳-۳ پیدا کردن مکان نواحی تاریک نزدیک خط اصلی طیف توان تبدیل فوریه
۳۹.....	۱-۲-۳-۳ حالت اول : نمودار توزیع پیکسلها در قسمت مرکزی طیف توان تبدیل فوریه دارای می نیمم است
۴۱.....	۲-۲-۳-۳ حالت دوم : نمودار توزیع پیکسلها در قسمت مرکزی طیف توان تبدیل فوریه دارای می نیمم نیست
۴۲.....	۵-۳ نتایج شبیه سازی شده
۴۲.....	۱-۵-۳ بررسی صحت الگوریتم پیشنهادی اول
۴۴.....	۲-۵-۳ بررسی صحت الگوریتم پیشنهادی دوم

فصل چهارم : تخمین پارامترهای تابع مات شدگی حرکت خطی در حالت وجود نویز در تصویر

۴۸.....	۱-۴ مقدمه
۴۸.....	۲-۴ الگوریتم پیشنهادی
۴۸.....	۱-۲-۴ تخمین زاویه حرکت
۵۲.....	۲-۲-۴ تخمین طول حرکت
۵۵.....	۴-۴ پالایش زاویه حرکت
۵۶.....	۵-۴ نتایج شبیه سازی شده

فصل پنجم : مروری کوتاه بر روشهای تشخیص نواحی مات در تصاویر

۵۸.....	۱-۵ مقدمه
۵۹.....	۲-۵ ماکزیمم اشباع رنگ
۵۹.....	۳-۵ شکل توزیع اندازه گرادیان

۴-۵	شیب طیف توان تبدیل فوریه	۶۰
۵-۵	تشخیص نواحی ماتی با محاسبه psf به ازای هر پیچ	۶۱
۶-۵	تشخیص نواحی مات بر مبنای واریانس	۶۲
۷-۵	نتیجه گیری	۶۴

فصل ششم: تشخیص نواحی مات در تصاویر مقیاس خاکستری با استفاده از معیارهای سنجش کیفیت تصاویر

۱-۶	مقدمه	۶۵
۲-۶	میانگین عرض لبه	۶۶
۳-۶	احتمال تجمعی تشخیص ماتی	۶۷
۱-۳-۶	فقط اختلاف قابل توجه	۶۷
۲-۳-۶	فقط ماتی قابل توجه	۶۸
۴-۶	تشخیص نواحی مات در تصویر مقیاس خاکستری	۷۰
۱-۴-۶	استفاده از روش CPBD برای تشخیص نواحی مات در تصویر	۷۰
۲-۴-۶	استفاده از میانگین اندازه تابع گرادیان	۷۰
۵-۶	نتایج شبیه سازی	۷۳

فصل هفتم: مات زدائی تصویر

۱-۷	مقدمه	۷۸
۲-۷	فیلتر وینر	۷۹
۲-۷	الگوریتم ریچاردسون لاک	۷۹
۳-۷	بررسی مصنوعات زنگ دار	۸۰
۱-۳-۷	سطح روشنایی تصویر مات زدائی شده	۸۰
۲-۳-۷	تعداد لبه‌های تصویر مات زدائی شده	۸۲
۳-۳-۷	پالایش psf با توجه به معیارهای سطح روشنایی و تعداد لبه‌ها	۸۲
۴-۳-۷	کاهش مصنوعات زنگ دار	۸۳
۴-۷	نتایج شبیه سازی شده	۸۴
۱-۴-۷	تابع psf به درستی تخمین زده شده است	۸۴
۲-۴-۷	تخمین تابع psf همراه با خطا است	۸۶
۳-۴-۷	مقایسه با سایر الگوریتم‌ها	۸۸

فصل هشتم : جمع بندی و ارائه پیشنهادات

۸-۱ جمع بندی..... ۹۱

۸-۲ ارائه پیشنهادات جهت ادامه پژوهش..... ۹۲

مراجع..... ۹۴

فهرست اشکال

فصل اول

- شکل ۱-۱ : مات شدگی متغیر و نامتغیر از لحاظ مکانی، برای یک تصویر خاص [۲]..... ۳
- شکل ۱-۲ : تصویری که در آن هیچ گونه‌ای ماتی وجود ندارد ۵
- شکل ۱-۳ : تصویری که در اثر تابع گوسی مات شده است ۶
- شکل ۱-۴ : تصویری که در اثر فوکوس نامناسب دوربین مات شده است ۷
- شکل ۱-۵ : شمای کلی روش دی‌کانولوشن کور [۵] ۹

فصل دوم

- شکل ۱-۲ : تصویری که در اثر حرکت خطی دوربین مات شده است ۱۵
- شکل ۲-۲ : اعمال تبدیل رادون بروی تصویر مات شده [۱۱] ۱۷
- شکل ۳-۲ : نقاط ماکزیمم در هر ستون تصویر ۲-۲ [۱۱] ۱۸
- شکل ۴-۲ : وجود خوشه‌های منفی بزرگ در حوزه کپستروم تصویر مات شده [۱۴] ۱۹
- شکل ۵-۲ : نحوه بدست آوردن زاویه حرکت با استفاده از الگوریتم [۱۶] ۲۱
- شکل ۶-۲ : طیف توان فیلتر شده تبدیل فوریه تصویر مات [۲۰] ۲۲
- شکل ۷-۲ : لگاریتم اندازه تبدیل فوریه تصویر مات شده به ازای طول حرکت‌های مختلف [۱۷] ۲۵
- شکل ۸-۲ : تصویر مات شده مرد عکاس که توسط نویز بشدت تخریب شده است و طیف توان تبدیل فوریه آن ۲۶

فصل سوم

- شکل ۱-۳ : طیف توان تبدیل فوریه، الف) زاویه حرکت ۳۰، ب) زاویه حرکت ۱۲۰ ۲۸
- شکل ۲-۳ : تشخیص خط اصلی طیف برای حالتی که $\theta = ۳۰$ است ۲۹
- شکل ۳-۳ : مشخص نمودن نواحی تاریک در طیف ۳۰
- شکل ۴-۳ : الف) طیف توان با زاویه ۳۰- ب) قرینه الف نسبت به محور x ۳۱
- شکل ۵-۳ : الف) تصویر درخت که توسط تابع psf با طول حرکت ۱۰ و زاویه حرکت ۲۳ مات شده است، ب) نتیجه چرخاندن تصویر الف ۳۱
- شکل ۶-۳ : الف) استخراج لبه‌های تصویر شکل ۵-۳ ب) نتیجه برجسته نمودن این لبه‌ها ۳۲
- شکل ۷-۳ : تابع همبستگی تصویر ۳-۶ قسمت ب ۳۳
- شکل ۸-۳ : توزیع پیکسل‌ها در ناحیه مرکزی طیف توان تابع psf ۳۳

- شکل ۳-۹: توزیع پیکسل‌ها در ناحیه مرکزی طیف توان تبدیل فوریه تصویر مات شده ۳۴
- شکل ۳-۱۰: توزیع پیکسل‌ها در ناحیه مرکزی طیف توان تبدیل فوریه تصویر مات شده به ازای طول حرکت ۳۰ ۳۵
- شکل ۳-۱۱: توزیع پیکسل‌ها در ناحیه مرکزی طیف توان تبدیل فوریه تصویر مات شده به ازای طول حرکت ۱۰ ۳۵
- شکل ۳-۱۲: (الف) توزیع پیکسل‌ها در ناحیه مرکزی طیف توان تبدیل فوریه به ازای طول حرکت ۱۰، (ب) فیلتر شده قسمت الف ۳۶
- شکل ۳-۱۳: تعیین میزان عمق می‌نیم‌های محلی ۳۷
- شکل ۳-۱۴: مکان نواحی تاریک نزدیک خط اصلی طیف ۳۹
- شکل ۳-۱۵: (الف) طیف توان تبدیل فوریه با طول حرکت ۱۵ و زاویه حرکت ۵، (ب) طول حرکت ۱۰ و زاویه حرکت ۸۵ ۴۱
- شکل ۳-۱۶: (الف) تصویر لنا، (ب) تصویر فلفل، (ج) تصویر منظره ۴۴
- شکل ۳-۱۷: نتایج شبیه سازی شده توسط الگوریتم تخمین زاویه حرکت به ازای طول حرکت ۱۰، (الف) تصویر لنا، (ب) تصویر مرد عکاس ۴۵
- شکل ۳-۱۸: نتایج شبیه سازی شده الگوریتم تخمین زاویه به ازای طول حرکت ۱۵، (الف) تصویر لنا (ب) تصویر مرد عکاس ۴۵
- شکل ۳-۱۹: نتایج شبیه سازی شده الگوریتم تخمین زاویه به ازای طول حرکت ۲۰، (الف) تصویر لنا (ب) تصویر مرد عکاس ۴۵
- شکل ۳-۲۰: نتایج شبیه سازی شده الگوریتم تخمین زاویه به ازای طول حرکت ۲۵، (الف) تصویر لنا (ب) تصویر مرد عکاس ۴۶
- شکل ۳-۲۱: نتایج شبیه سازی شده الگوریتم تخمین زاویه به ازای طول حرکت ۳۰، (الف) تصویر لنا (ب) تصویر مرد عکاس ۴۶
- شکل ۳-۲۲: نتایج شبیه سازی شده الگوریتم تخمین زاویه به ازای طول حرکت ۳۰، (الف) تصویر لنا (ب) تصویر مرد عکاس ۴۶
- شکل ۳-۲۳: نتایج شبیه سازی شده الگوریتم تخمین طول به ازای طول حرکت ۱۰، (الف) تصویر لنا (ب) تصویر مرد عکاس ۴۷
- شکل ۳-۲۴: مقایسه میان الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم [۱۸] به ازای طول حرکت ۱۰ ۶۲

فصل چهارم

- شکل ۴-۱: (الف) تصویر نویزی و مات، (ب) تبدیل فوریه آن ۴۹
- شکل ۴-۲: (الف) تبدیل طیف توان به مقیاس باینری، (ب) حذف پیکسل‌های اضافی و ضرب نتیجه در طیف توان تبدیل فوریه، (ج) آشکار سازی خط اصلی طیف توان تبدیل فوریه تصویر مات شده ۵۰
- شکل ۴-۳: نتیجه اعمال تبدیل رادون بروی شکل ۴-۲ ج ۵۱
- شکل ۴-۴: (الف) توزیع نقاط در نیمه بالای تبدیل رادون، (ب) توزیع نقاط در نیمه پایینی تبدیل رادون ۵۲
- شکل ۴-۵: توزیع پیکسل‌ها در ناحیه مرکزی طیف توان تبدیل تصویر مات شده ۵۲
- شکل ۴-۶: طیف توان تبدیل فوریه تصویر مات شده با طول حرکت ۱۵ و زاویه حرکت ۲۰، نسبت سیگنال به نویز ۲۵ دسی‌بل ۵۳
- شکل ۴-۷: (الف) توزیع پیکسل‌ها در قسمت مرکزی و به صورت افقی طیف توان، (ب) توزیع پیکسل‌ها در قسمت مرکزی و به صورت عمودی طیف ۵۳
- شکل ۴-۸: برجسته شدن نقاط می‌نیم طیف توان ۵۴

شکل ۴-۹: مقایسه بین الگوریتم پیشنهادی و سایر روش‌ها..... ۵۷

فصل پنجم

شکل ۵ - ۱: الف) تصویری که فقط بخش‌هایی از آن مات شده است، ب) طیف توان تبدیل فوریه تصویر مات شده ۵۸

شکل ۵-۲: الف) تصویری که فقط بخش‌هایی از آن مات است، ب) توزیع اندازه گرادیان نواحی مات، ج) توزیع اندازه گرادیان نواحی تیز [۲۹]..... ۶۰

شکل ۵-۳: الف) تصویری که فقط بخش‌هایی از آن مات شده است، ب) نواحی استخراج شده از تصویر به همراه توابع psf آن‌ها [۳۰]..... ۶۱

شکل ۵-۴: الف) دنباله ای از تصاویر که زنجیر وار توسط یک فیلتر پایین گذر فیلتر می‌شوند، ب) میانگین اختلاف میان دو تصویر متوالی [۳۱]..... ۶۲

شکل ۵-۵: بررسی واریانس نقاط کاندیدا در تصاویر تیز و مات در هر درجه تکرار الگوریتم [۳۱]..... ۶۳

فصل ششم

شکل ۶-۱: توزیع لبه‌های افقی یک سطر از تصویر خاص [۳۵]..... ۶۶

شکل ۶-۲: الف) تصویر مات شده توسط فیلتر گوسی، ب) تصویر مات شده توسط تابع حرکت خطی ۶۷

شکل ۶-۳: خلاصه روش CPBD [۳۷]..... ۶۹

شکل ۶-۴: الف) تصویر مات شده توسط فیلتر گوسی با ابعاد 5×5 واریانس 10 ب) تصویر مات شده توسط فیلتر گوسی با 10×10 واریانس 10 ۶۹

شکل ۶-۵: الف) تصویری که فقط بخش‌هایی از آن مات شده است. ب) لبه‌های تصویر الف ۷۱

شکل ۶-۶: الف) میانگین اندازه گرادیان شکل ۵-۶ به ازای بلاک 16×16 ، ب) میانگین اندازه گرادیان شکل ۵-۶ به ازای بلاک 16×16 ۷۲

شکل ۶-۷: الف) تصویر اصلی، ب) تصویر خروجی از بخش ۶-۴-۱، ج) تصویر نهایی بعد از بخش ۶-۴-۲ و روابط مورفولوژیکی ۹۰

فصل هفتم

شکل ۷-۱: بررسی سطح روشنایی تصاویر مات زدائی شده..... ۸۱

شکل ۷-۲: مات زدائی تصویر به ازای طول حرکت کم..... ۸۴

شکل ۷-۳: مات زدائی تصویر به ازای طول حرکت متوسط ۸۵

شکل ۷-۴: مات زدائی تصویر به ازای طول حرکت زیاد ۸۶

شکل ۷-۵: مات زدائی تصویر به ازای طول حرکت کم و تابع psf غلط ۸۷

شکل ۷-۶: مات زدائی تصویر به ازای طول حرکت متوسط و و تابع psf غلط ۸۷

شکل ۷-۷: مات زدائی تصویر به ازای طول حرکت زیاد و تابع psf غلط ۸۸

-
-
- شکل ۷-۸ : منحنی تغییرات شدت در ردیف مرکزی تصویر اصلی، مات و بازیابی شده [۱۸]..... ۸۹
- شکل ۷-۹ : مقایسه نتایج الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم [۱۸]..... ۸۹
- شکل ۷-۱۰ : مقایسه الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم [۲۰]..... ۹۰

فهرست جداول

فصل سوم

- جدول ۱-۳: بررسی صحت الگوریتم تخمین زاویه حرکت با طول حرکت ۱۰ ۴۲
- جدول ۲-۳: بررسی صحت الگوریتم تخمین زاویه حرکت با طول حرکت ۱۵ ۴۳
- جدول ۳-۳: بررسی صحت الگوریتم تخمین طول ۴۳
- جدول ۴-۳: نتایج الگوریتم [۱۶] به ازای طول حرکت ۱۵ تا ۴۵ ۴۳
- جدول ۵-۳: مقایسه نتایج الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم [۱۲] ۴۴

فصل چهارم

- جدول ۱-۴: نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهادی به ازای ۲۰ بار تکرار الگوریتم به ازای هر زاویه ۵۶
- جدول ۲-۴: نتایج الگوریتم پیشنهادی تخمین زاویه به ازای طول حرکت ۱۵ و نسبت سیگنال به نویز ۲۵ ۵۷

اختصارات

PSF : Point Spread Function

CPBD : Cumulative Probability of Blur Detection

JND : Just Noticeable Difference

JNB : Just Noticeable Blur

HVS : Human Visual System

فصل اول

کلیات و مفاهیم

۱-۱ مقدمه

امروزه با گسترش روزافزون روش‌های مختلف اخذ اطلاعات گسسته مانند پویش‌گرها و دوربین‌های دیجیتالی، پردازش تصویر کاربرد فراوانی یافته است. تصاویر حاصله از این اطلاعات همواره کم و بیش همراه مقداری نویز بوده و در مواردی نیز دارای مشکل محوشدگی مرزهای داخل تصویر می‌باشند که موجب کاهش وضوح تصویر دریافتی می‌گردند. مجموعه عملیات و روش‌هایی که به منظور کاهش عیوب و افزایش کیفیت ظاهری تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد، پردازش تصویر نامیده می‌شود. اگرچه حوزه‌های کار با تصویر بسیار وسیع است ولی عموماً محدوده مورد توجه در چهار زمینه ی بهبود کیفیت ظاهری^۱، بازسازی تصاویر مختل شده^۲، فشرده‌گی و رمزگذاری تصویر^۳ و درک تصویر توسط ماشین^۴ متمرکز می‌گردد.

وقتی که دوربین را بر می‌داریم و با استفاده از آن از منظره اطرافمان تصویربرداری می‌کنیم، می‌بینیم که در بعضی مواقع تصاویری که ضبط کرده‌یم به طور نسبتاً کم یا زیادی مات شده اند و کیفیت مطلوبی ندارند. بنابراین نیاز به روشی که تصاویر مات شده را ترمیم کند احساس می‌شود. مات زدائی تصویر^۵ یک روش بنیادی در تیز کردن تصاویر بوده و بسیار سودمند است.

برخی از مات شدگی‌ها بر اثر تصویر برداری نادرست از تصاویر دیجیتال بوجود می‌آیند. به عنوان مثال در تصویر برداری نجومی نور ورودی به تلسکوپ بر اثر اغتشاشات موجود در جو کمی خمیده می‌شود و این عامل باعث می‌شود که تصویر دریافتی وضوح مناسبی نداشته باشد یا به عبارت دیگر مات شده باشد.

همانطور که اشاره کردیم مات شدن تصویر ممکن است بر اثر شرایط جوی باشد یا ممکن است فوکوس نامناسب^۶ دوربین، حرکت خطی آن یا شی باعث ماتی تصویر شود. در موارد فوق عاملی که باعث ماتی تصویر می‌شود مشخص است و با استفاده از این شناخت می‌توان تصویر اصلی را از نوع مات شده است به خوبی احیا نمود، اما در بسیاری از کاربردها نظیر تصویر برداری پزشکی، عاملی که باعث ماتی تصویر می‌شود نامشخص است و این عامل نیز باید به همراه تصویر اصلی مشخص گردد.

همانند ارتقای تصویر، هدف اصلی تکنیک‌های بازیابی بهبود کیفیت تصاویر با توجه به احساسات از قبل تعریف شده است. ارتقای تصویر تا حد زیادی یک فرآیند ذهنی است، درحالی که بازیابی غالباً یک فرآیند واقعی است. بازیابی سعی می‌کند تصویری را ترمیم کند که با استفاده از دانش قبلی درباره پدیده تقلیل، تخریب شده است. بنابراین، تکنیک‌های بازیابی به مدل‌سازی تقلیل و اجرای فرآیند معکوس به منظور ترمیم تصویر اصلی می‌پردازند.

¹Enhancement

²Restoration

³CompressionandCoding

⁴Understanding

⁵Image deblurring

⁶Out-of-focus

این روش، معمولاً شامل فرموله بندی کردن معیار خوب یا بد بودن است که موجب برآورد بهینه‌ی نتیجه مطلوب می‌شود. برعکس، تکنیک‌های ارتقا اساساً رویه‌های اکتشافی هستند که برای دستکاری تصویر به منظور استفاده از جنبه‌های روان شناختی سیستم‌های دیداری انسان، به کار می‌روند. به عنوان مثال کشش کنتراست^۷ یک تکنیک ارتقا منظور می‌شود، زیرا مبتنی بر جنبه لذت بردن است که به بیننده ارائه می‌شود، در حالی که مات زدائی تصویر یک تکنیک بازیابی است.

بازیابی تصویر کاربردهای بسیار زیادی در زمینه‌های علم نجوم، باستان شناسی، پزشکی و غیره دارد. به عنوان مثال در باستان شناسی روش‌های پردازش تصویر برای بازیابی عکس‌های مات شده‌ای که تنها باقی مانده آثار هنری نادر هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۲ مدل تخریب

فرآیندی که در راستای آن تصویر مات می‌شود معمولاً بسیار پیچیده و اغلب نامشخص است. اما بخاطر ساده سازی در محاسبات آن را به صورت زیر مدل می‌کنند. [۱]

$$g = f * h + n \quad (1-1)$$

که در رابطه بالا g تصویر نویزی و مات شده، f تصویر اصلی، h منبع نقطه ای نور^۸ (PSF) و n نویز ورودی، که به تصویر مات اضافه شده است. رابطه فوق را می‌توان به صورت زیر نوشت.

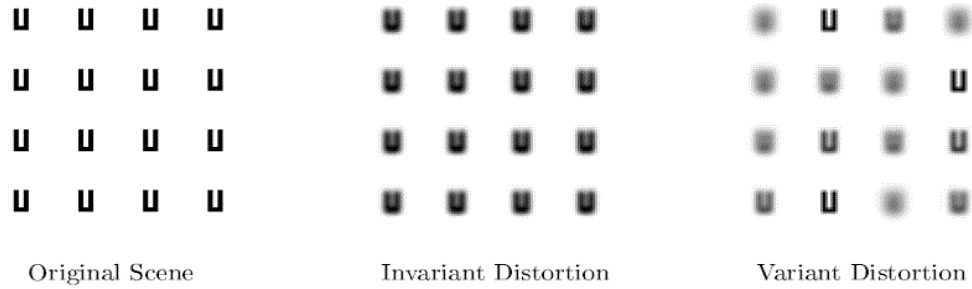
$$g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\xi, \nu) h(x, y, \xi, \nu) d\xi d\nu + n(x, y) \quad (2-1)$$

بطور کلی تابع PSF در هر نقطه متناسب با موقعیت مکانی آن نقطه در تصویر است یا به عبارت دیگر، به اینچنین تابع PSF ای، متغیر از لحاظ مکانی^۹ گفته می‌شود. در غیر این صورت تابع PSF را می‌توان به صورت $h(x, y, \xi, \nu) = h(x - \xi, y - \nu)$ در نظر گرفت و آن را تغییرناپذیر از لحاظ مکانی نامید. شکل ۱-۱ مثالی در این مورد را نشان می‌دهد.

⁷ Contrast stretching

⁸ Point spread function

⁹ Spatially variant



شکل ۱-۱: مات شدگی متغیر و نامتغیر از لحاظ مکانی، برای یک تصویر خاص [۲]

اگر تابع PSF تغییرناپذیر از لحاظ مکانی باشد، می‌توان فرآیند تخریب را توسط رابطه کانولوشن دو بعدی به صورت زیر مدل کرد. [۱]

$$g(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\xi, \nu) h(x - \xi, y - \nu) d\xi d\nu + n(x, y) \quad (۳-۱)$$

با گرفتن تبدیل فوریه از دو طرف رابطه فوق داریم.

$$G(u, v) = F(u, v)H(u, v) + N(u, v) \quad (۴-۱)$$

حالت گسسته مدل تخریب

این مدل را می‌توان به صورت زیر نشان داد [۱].

$$g_{i,j} = \sum_k \sum_l f_{k,l} h_{i,j,k,l} + n_{i,j} \quad (۵-۱)$$

معمولاً تصاویر ورودی و تابع PSF دارای محدوده مشخصی هستند. لذا می‌توان انتظار داشت که رابطه فوق جمع پذیر باشد. اگر تابع PSF تغییرناپذیر از لحاظ مکانی باشد، در این صورت رابطه ۵-۱ را می‌توان به صورت کانولوشن دو تابع نوشت.

$$g_{i,j} = \sum_k \sum_l f_{k,l} h_{i-k,j-l} + n_{i,j} \quad (۶-۱)$$

عبارت کانولوشن در رابطه فوق را می‌توان به صورت حاصل ضرب ماتریسی نوشت. به عنوان مثال یک تصویری که دارای ابعاد $M \times N$ است را می‌توان به صورت یک بردار $MN \times 1$ نشان داد. با علم به این موضوع رابطه ۱-۱ را به صورت ماتریسی می‌توان به فرم زیر نشان داد [۱].

$$g = Hf + n \quad (7-1)$$

در رابطه بالا g, f, n بردار با ابعاد $MN \times 1$ و H یک ماتریس با ابعاد $MN \times MN$ است که ساختار آن مشابه ماتریس Toeplitz بوده و عناصر آن با استفاده از عناصر تابع PSF به صورت زیر بدست می‌آیند.

$$H = \begin{pmatrix} H_0 & H_{n-1} & \cdots & H_2 & H_1 \\ H_1 & H_0 & & H_{n-1} & H_2 \\ \vdots & H_1 & H_0 & \ddots & \vdots \\ H_{n-2} & & \ddots & \ddots & H_{n-1} \\ H_{n-1} & H_{n-2} & \cdots & H_1 & H_0 \end{pmatrix}, H_j = \begin{pmatrix} h_{j,0} & h_{j,n-1} & \cdots & h_{j,2} & h_{j,1} \\ h_{j,1} & h_{j,0} & & h_{j,n-1} & h_{j,2} \\ \vdots & h_{j,1} & h_{j,0} & \ddots & \vdots \\ h_{j,n-2} & & \ddots & \ddots & h_{j,n-1} \\ h_{j,n-1} & h_{j,n-2} & \cdots & h_{j,1} & h_{j,0} \end{pmatrix} \quad (8-1)$$

فرم ماتریس - بردار در تجزیه و تحلیل مسایل می‌تواند بسیار مفید باشد. با این وجود اگر بخواهیم از این مدل برای انجام محاسبات استفاده کنیم باید فرم خاصی از این ماتریس را در نظر بگیریم در غیر اینصورت حجم محاسبات بسیار زیاد خواهد شد.

۳-۱ مدل مات شدگی

در اغلب موارد مات شدن تصویر یک فرآیند پیوسته مکانی است. اما از آنجائیکه الگوریتم‌های شناسایی و بازیابی تصاویر بر اساس مدل گسسته مکانی هستند، مدل مات شدگی را به صورت فرم پیوسته نشان می‌دهیم و سپس با نمونه برداری از مدل فوق، همتای گسسته آن را بدست می‌آوریم. [۳]

مدل مات شدگی که در نظر می‌گیریم باید سه شرط زیر را داشته باشد. [۳]

- هنگامی که تصاویر مورد نظر حقیقی باشند تابع PSF باید حقیقی باشد.
- تابع PSF فقط مقادیر مثبت را اختیار می‌کند.
- مقدار میانگین تصویر اصلی در طی عملیات تخریب بدون تغییر باقی می‌ماند. در نتیجه برای حالت پیوسته مکانی رابطه زیر را خواهیم داشت.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} h(x, y) dx dy = 1 \quad (9-1)$$

در ادامه چند نمونه از توابع مات شدگی را به صورت خلاصه مورد بررسی قرار می‌دهیم.