

شماره : ۷۹۳-آلات ب

تاریخ : ۱۳۸۹/۰۶/۳۱

ویرایش : - - - -

بسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶)

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد / آقای آرش اژدری رشته برق گرایش : الکترونیک
تحت عنوان : تخمین سرعت با استفاده از تصاویر Single motion blurred
که در تاریخ ۱۳۸۹/۰۶/۳۱ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است :

قبول (با درجه : مقبول امتیاز ۱۵-۱۵) ☒ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱- عالی (۲۰-۱۹)

۲- بسیار خوب (۱۸-۱۸/۹۹)

۳- خوب (۱۷/۹۹-۱۶)

۴- قابل قبول (۱۵/۹۹-۱۴)

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاداراهنما	سید علی حسینی		
۲- استاد مشاور	مینا		
۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	ایده رضا محمدی		
۴- استاد ممتحن	محمّد احمدی	استادیار	
۵- استاد ممتحن	حمید محمدی	استاد	

تأیید رئیس دانشکده :

تعهد نامه

اینجانب *دکتر شهریار* دانشجوی دوره کارشناسی ارشد / دکتری رشته *مهندسی برق، الکترونیک*
دانشکده *مهندسی برق* دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه / رساله *تأثیر سربک با استفاده از شبکه*
..... *single motion blurred* تحت راهنمایی *دکتر علی حسینی* متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه / رساله توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه / رساله ناکتون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه / رساله تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه / رساله رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه / رساله ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه / رساله ، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ : ۱۹/۶/۳۱

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در توندات عادی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه / رساله بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد .

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه / رساله وجود داشته باشد .

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی برق و رباتیک
گروه الکترونیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

تخمین سرعت با استفاده از تصاویر single motion blurred

استاد راهنما:
دکتر علی سلیمانی

استاد مشاور:
دکتر حسین مروی

ارائه دهنده:
آرش اژدری

تقدیم به :

پدرم و مادرم که همواره مشوق من بوده اند

تشکر و قدردانی

سپاس بی کران ایزد را که مهربانیش، یادش و همراهی پیوسته اش، همواره انگیزه من برای حرکت بوده است. بر خود لازم می دانم، از استاد محترم جناب آقای دکتر علی سلیمانی به علت ارائه راهنمایی های بی دریغ و راهگشای خویش در به انجام رساندن این پروژه و همچنین حسن ظن ایشان نسبت به اینجانب، که مرا شایسته اجرای آن دانستند، تشکر و قدردانی نمایم. در اینجا ضمن نثار درود و سپاس بی پایان خود به این استاد گرامی، موفقیت و پیروزی ایشان را در تمامی تلاشهای شان آرزومندم.

همچنین در اینجا مراتب سپاس و قدردانی خویش را از استادان محترم جناب آقای دکتر حسین مروی و آقای دکتر علی رضا احمدی فرد اعلام می نمایم.

در نهایت امیدوارم انجام این رساله بتواند گوشه ای از زحمات این عزیزان را جبران نماید.

چکیده:

روشهای متعددی مانند روش التراسونیک، روش مغناطیسی، روش راداری، روش مادون قرمزی و لیزری، روش دنباله ویدیویی، روش استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی^۱ و... برای تعیین سرعت موجود است. در سالهای اخیر روش نوینی برای تعیین سرعت بر اساس یک تصویر گرفته شده به وسیله دوربین ساکن عنوان شده است. در این روش با استفاده از پارامترهای ماتی (تار شدگی) که شامل طول ماتی و جهت ماتی می باشد، سرعت جسم تخمین زده می شود. بدین ترتیب که با کمک این پارامترها، مقدار جا به جایی شیء متحرک، در صفحه ی عکس گرفته شده تعیین می شود. این جا به جایی که خود را به صورت مات شدگی شی متحرک نشان می دهد در مدت زمان باز ماندن شاتر دوربین که جزء مشخصات ذاتی دوربین است اتفاق می افتد. با داشتن این زمان و داشتن پارامترهایی مانند فاصله کانونی دوربین و فاصله شیء متحرک تا دوربین، طبق اصل تشابه مثلث ها می توان سرعت جسم در محیط خارج را بدست آورد. برای تعیین سرعت تعیین دقیق پارامترهای ماتی اهمیت دارد. بنحوی که هر چقدر این پارامترها دقیق تر تخمین زده شوند سرعت بدست آمده دقیق تر خواهد بود.

در این رساله، با کمک تبدیل رادن، تبدیل فوریه و ترکیب و تلفیق این دو، روش جدیدی ارائه گردیده که پارامترهای ماتی را به طور دقیق تری تخمین خواهد زد. این روش از چندین مزیت برخوردار است و طول و زاویه ماتی را با دقت بالایی تشخیص خواهد داد. برای بررسی این روش از چندین تصویر با ماتی ساختگی و حقیقی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین دقت بسیار بالای این روش را نسبت به روشها و کارهای انجام گرفته قبل مورد مقایسه قرار خواهیم داد. این روش یک روش بازگشتی است که با محاسبه چندین مقدار پیش فرض، دقیق ترین و مناسب ترین طول ماتی و زاویه ماتی ممکنه را در نهایت بدست می آورد. صحت درستی این الگوریتم برای داده های مصنوعی و طبیعی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: تصویر مات، طول ماتی، زاویه ماتی، تبدیل فوریه تصویر، تبدیل رادن.

فصل اول: کلیات

- ۱-۱- مقدمه..... ۱۷
- ۲-۱- روشهای کلی بهبود ماتی..... ۱۸
- ۳-۱- مختصری راجع به روشهای اندازه گیری سرعت وسیله نقلیه..... ۱۹
- ۴-۱- توضیحاتی کوتاه درمورد هریک از روش های متداول تعیین سرعت ۲۰
 - ۴-۱-۱ روش التراسونیک ۲۰
 - ۴-۱-۲ روش مغناطیسی (روش حلقه)..... ۲۱
 - ۴-۱-۳ روش القایی (مغناطیسی) با سنسور دستور دهنده..... ۲۲
 - ۴-۱-۴ روش راداری..... ۲۳
 - ۴-۱-۵ روش مادون قرمز و لیزری..... ۲۴
- ۵-۱- روشهای تشخیص سرعت متوسط ۲۵
 - ۵-۱-۱ استفاده از فناوری تشخیص پلاگ..... ۲۵
 - ۵-۱-۲ استفاده از برچسبهای تعیین هویت با استفاده از فرکانس رادیویی (GPS) ۲۶
- ۶-۱- روش های تشخیص سرعت مبتنی بر پردازش تصویر..... ۲۷
- ۷-۱- روشهای اندازه گیری سرعت بر اساس دنباله ویدی ۲۸
- ۸-۱- روش اندازه گیری سرعت بر اساس یک تصویر ۲۸
- ۹-۱- دسته بندی روشهای اندازه گیری سرعت از دیدگاهی دیگر ۲۸

فصل دوم: تئوری های مورد استفاده

- ۲-۱- مقدمه ۳۱
- ۲-۲- مدل ریاضی تصویر مات ۳۱
- ۲-۳- تبدیل فوریه دو بعدی ۳۳
- ۲-۳-۱- تعریف تبدیل فوریه ۳۳
- ۲-۳-۲- مصور کردن تبدیل فوریه ۳۵
- ۲-۴- تبدیل فوریه گسسته ۳۷
- ۲-۵- روابط تبدیل فوریه ۳۸
- ۲-۶- آشنایی مختصر با تبدیل رادن ۳۸
- ۲-۷- پارامترهای ذاتی دوربین ۴۱

فصل سوم: مروری بر پیاده سازی کارهای انجام شده

- ۳-۱- مقدمه ۴۳
- ۳-۲-۱- روش مجموع شدت روشنایی تبدیل فوریه ۴۳
- ۳-۲-۲- دلیل تئوری ۵۲

- ۳-۳-۱-روش آقایان لین و لی ۵۴
- ۳-۳-۲-تخمین پارامترهای ماتی از روشی دیگر..... ۵۴
- ۳-۳-۳-تخمین جهت حرکت..... ۵۶
- ۳-۳-۴-زدودن ماتی..... ۵۸
- ۳-۴-روش دیگری از آقای لین..... ۵۸
- ۳-۵-روش آقایان غلامعلی رضایی راد و جواد محمدی..... ۶۵

فصل چهارم: روش پیشنهادی

- ۴-۱-روش پیشنهادی..... ۷۰
- ۴-۲-تخمین پارامترهای ماتی..... ۷۰
- ۴-۳-مثالی دیگر..... ۹۱

فصل پنجم: بررسی نتایج برروی تصاویر واقعی

- ۵-۱-مقدمه ۱۰۰
- ۵-۲-قطار اسباب بازی در حال حرکت ۱۰۰
- ۵-۳-تصویری از پلاک خودروی در حال حرکت ۱۰۲
- ۵-۴-تصویر واقعی از تاکسی در حال حرکت ۱۰۵
- ۶-۵-عکس هایی با کیفیت بالا..... ۱۱۱

منابع و مراجع انگلیسی ۱۱۶

فهرست اشکالات

فصل اول

- شکل ۱-۱- روش مغناطیسی (حلقه) ۲۱
- شکل ۲-۱- روش القایی دستور دهنده ۲۲
- شکل ۳-۱- تصویر آنتن رادار ۲۳
- شکل ۴-۱- تصویر فرستنده و گیرنده لیزری ۲۴
- شکل ۵-۱- روش کارکرد سرعت سنج لیزری ۲۴
- شکل ۶-۱- فناوری تشخیص پلاک ۲۵
- شکل ۷-۱- تصویر یک برچسب تعیین هویت نصب شده روی خودرو ۲۶

فصل دوم

- شکل ۱-۲- یک تابع مستطیلی که داخل آن یک و خارج آن صفر است ۳۵
- شکل ۲-۲- تبدیل فوریه تابع مستطیلی ۳۵
- شکل ۳-۲- راه متداول دیگر برای نمایش تبدیل فوریه نمایش لگاریتم اندازه به عنوان یک تصویر ۳۶
- شکل ۴-۲- نمایش تبدیل فوریه دو بعدی چند شکل متداول ۳۶
- شکل ۵-۲- نمودار یک خط راست که از مبدا فاصله ρ دارد و با جهت مثبت محور x زاویه θ ۳۹

شکل ۶-۲- تصویر دو خط در تصویر سمت چپ موجود است که تبدیل رادن آن در صفحه ρ, θ دو

نقطه شده است ۳۹

شکل ۷-۲- تبدیل رادن شکل قبل در صفحه ρ, θ دارای نویز بیشتر ۴۰

شکل ۸-۲- تبدیل رادن قادر است مجموعه ای از خطوط متقاطع را که در بعضی نواحی نیز از روی هم

عبور کرده اند تشخیص دهد ۴۰

شکل ۲-۹- پارامترهای ذاتی یک نوع دوربین..... ۴۱

فصل سوم

شکل ۳-۱- یک تصویر نمونه در سمت چپ و مات شده آن تصویر با طول ماتی ۱۰ در سمت راست..... ۴۴

شکل ۳-۲- در ردیف بالا شامل قسمت حقیقی، مجازی و دامنه تبدیل فوریه دو بعدی از تصویر بدون ماتی و در ردیف پایین شامل قسمت حقیقی، مجازی و دامنه تبدیل فوریه دو بعدی تصویر دارای ماتی با طول ۱۰..... ۴۵

شکل ۳-۳- میانگین شدت روشنایی های روی هر ستون از تبدیل فوریه مات..... ۴۶

شکل ۳-۴- تبدیل فوریه و میانگین مجموع شدت روشنایی ها بر روی هر ستون برای تصاویر مات با طول ۱۵، ۱۰، ۵ و ۲۰ [1]..... ۴۷

شکل ۳-۵- ایجاد تصویر مات واقعی با کمک یک دستگاه دوربین، یک ریل هدایت کننده، یک موتور پله ای..... ۴۸

شکل ۳-۶- تصویر واقعی گرفته شده از یک صفحه ی شطرنجی..... ۴۸

شکل ۳-۷- پروفایل شدت روشنایی با اسکن افقی بر روی تصویر مات واقعی [1]..... ۴۹

شکل ۳-۸- پروفایل شدت روشنایی با اسکن عمودی (در مسیر B) بر روی تصویر مات واقعی ۵۰

شکل ۳-۹- تصویر مات واقعی گرفته شده با طول ماتی واقعی ۲۰ پیکسل..... ۵۰

شکل ۳-۱۰- تبدیل فوریه و نمودار میانگین شدت روشنایی ها برای تصویر مات واقعی با طول ۲۰..... ۵۱

شکل ۳-۱۱- نمایش تئوریک خطوط موازی ایجاد شده در تبدیل فوریه..... ۵۳

شکل ۳-۱۲- برای ماتی ناشی از حرکت یک شی متحرک در مقابل زمینه ثابت، نتایج تشخیص لبه می تواند برای تخمین طول ماتی به کار رود..... ۵۷

شکل ۳-۱۳- یک تصویر با ماتی واقعی و نتیجه اعمال آشکار ساز لبه سوبل بر روی آن..... ۵۷

شکل ۳-۱۴- یک دوربین ثابت در حال عکس گرفتن از جسم متحرک..... ۵۸

شکل ۳-۱۵- صفحه ی دوربین با جسم در حال حرکت زاویه θ ساخته است..... ۵۹

- شکل ۳-۱۶- چرخش یافته شکل قبلی..... ۶۰
- شکل ۳-۱۷- حالتی که جهت حرکت جسم موازی با صفحه ی تصویر دوربین است..... ۶۱
- شکل ۳-۱۸- استفاده از شدت روشنایی برای تخمین طول ماتی..... ۶۲
- شکل ۳-۱۹- انتخاب یک خط اسکن قرمز مناسب برای رسم نمودار شدت روشنایی..... ۶۳
- شکل ۳-۲۰- پروفایل روشنایی بدست آمده در جهت خطوط قرمز شکل قبل، با استفاده از نرم افزار متلب..... ۶۴
- شکل ۳-۲۱- یک شی ساکن که می خواهیم پروفایل روشنایی آن را رسم کنیم..... ۶۴
- شکل ۳-۲۲- پروفایل شدت روشنایی یک جسم ساکن..... ۶۴
- شکل ۳-۲۳- تصویر اولیه یک خودرو بدون حرکت..... ۶۵
- شکل ۳-۲۴- ردیف بالا تصویر مصنوعی از تصویر اولیه قبلی با طول ماتی ۳۰ و زاویه ۴۵ درجه و تبدیل فوریه آن است و ردیف پایین مات شده مصنوعی تصویر اولیه با طول ماتی ۳۰ و زاویه ۶۰ درجه و تبدیل فوریه آن..... ۶۶
- شکل ۳-۲۵- تبدیل فوریه برای طول ماتی ۲۰ و ۳۰ پیکسل..... ۶۷
- شکل ۳-۲۶- ضریب های تخمین زده شده برای معادله (۳-۲۶)..... ۶۷
- شکل ۳-۲۷- استفاده از تشابه مثلث ها برای تخمین سرعت..... ۶۸
- شکل ۴-۱- تصویر اولیه و بدون ماتی..... ۷۱
- شکل ۴-۲- پنجره نمونه برداری به ابعاد ۲۵۵*۲۵۵..... ۷۲
- شکل ۴-۳- تصویر مات شده با طول ماتی ۱۰ پیکسل و زاویه ۳۰ درجه..... ۷۲
- شکل ۴-۴- نتیجه لگاریتم اندازه تبدیل فوریه از شی متحرک و جا به جا کردن آن به مرکز..... ۷۳
- شکل ۴-۵- تبدیل رادن بر حسب زاویه، اعمالی بر روی شکل قبلی..... ۷۳
- شکل ۴-۶- دوران جا به جا شده لگاریتم اندازه تبدیل فوریه به اندازه زاویه ۲۸ درجه..... ۷۵

- شکل ۴-۷- مجموع شدت روشنایی های تبدیل فوریه بعد از دوران به اندازه ۲۸ درجه.....۷۵
- شکل ۴-۸- مجموع شدت روشنایی های هر ستون برای دوران ۲۹ درجه.....۷۷
- شکل ۴-۹- دوران تبدیل فوریه به اندازه ی ۲۹ درجه.....۷۷
- شکل ۴-۱۰- مجموع شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه با دوران ۳۰ درجه.....۷۸
- شکل ۴-۱۱- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه بعد از دوران ۳۰ درجه.....۷۹
- شکل ۴-۱۲- مجموع شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه با دوران ۳۱ درجه.....۷۹
- شکل ۴-۱۳- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه بعد از دوران ۳۱ درجه.....۸۰
- شکل ۴-۱۴- مجموع شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه با دوران ۳۲ درجه.....۸۰
- شکل ۴-۱۵- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه بعد از دوران ۳۲ درجه.....۸۱
- شکل ۴-۱۶- مجموع شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه با دوران ۳۳ درجه.....۸۲
- شکل ۴-۱۷- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه بعد از دوران ۳۳ درجه.....۸۳
- شکل ۴-۱۸- تصویر اصلی.....۸۶
- شکل ۴-۱۹- نمونه برداری از تصویر اصلی با ابعاد $255 * 255$۸۶
- شکل ۴-۲۰- تبدیل رادن برای ماتی با طول ۱۰ و زاویه ۱۵ درجه دارای ماکزیممی در ۸ درجه است.....۸۷
- شکل ۴-۲۱- دوران به اندازه ۸ درجه.....۸۷
- شکل ۴-۲۲- مجموع شدت روشنایی ها برای دوران ۸ درجه.....۸۸
- شکل ۴-۲۳- مجموع شدت روشنایی ها برای دوران ۱۵ درجه.....۸۹
- شکل ۴-۲۴- دوران به اندازه ۱۵ درجه.....۸۹
- شکل ۴-۲۵- مثالی دیگر که در آن شی متحرک دارای ساختار یکنواختی نیست.....۹۱
- شکل ۴-۲۶- شکلی با طول ماتی ۱۰ و زاویه ماتی ۳۰ درجه.....۹۱

- شکل ۴-۲۷- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه..... ۹۱
- شکل ۴-۲۸- تبدیل رادن جسم مات..... ۹۳
- شکل ۴-۲۹- دوران تبدیل فوریه به اندازه ای تبدیل رادن به نادرست تشخیص داده است..... ۹۴
- شکل ۴-۳۰- مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه ای که به خطا تشخیص داد شده..... ۹۵
- شکل ۴-۳۱- انتخاب دومین ماکزیمم نسبی به عنوان مقدار اصلاح شده تبدیل رادن..... ۹۵
- شکل ۴-۳۲- دوران به اندازه ی زاویه ی اصلاح شده ۲۰ درجه..... ۹۶
- شکل ۴-۳۳- مجموع شدت روشنایی ها برای تبدیل رادن اصلاح شده ۲۰ درجه..... ۹۷
- شکل ۴-۳۴- مجموع شدت روشنایی ها برای تبدیل رادن اصلاح شده ۱۹ درجه..... ۹۸

فصل پنجم

- شکل ۵-۱- تصویر واقعی از یک قطار واقعی در حال حرکت با طول ماتی ۱۱۸..... ۱۰۱
- شکل ۵-۲- نمودار مجموع شدت روشنایی ها برای عکس واقعی قطار اسباب بازی..... ۱۰۱
- شکل ۵-۳- مقادیر دو مینیمم اول..... ۱۰۲
- شکل ۵-۴- تصویری از یک خودرو با طول ماتی ۶۰ پیکسل..... ۱۰۳
- شکل ۵-۵- تبدیل رادن تصویر واقعی..... ۱۰۴
- شکل ۵-۶- مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه ۱+..... ۱۰۴
- شکل ۵-۷- مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه صفر درجه..... ۱۰۵
- شکل ۵-۸- تصویر واقعی یک تاکسی در حال حرکت..... ۱۰۶
- شکل ۵-۹- انتخاب بخش بندی از شکل اولیه برای تخمین سرعت..... ۱۰۵
- شکل ۵-۱۰- اعمال تبدیل رادن بر روی تصویر تاکسی..... ۱۰۷
- شکل ۵-۱۱- مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه صفر درجه..... ۱۰۷

- شکل ۵-۱۲- انتخاب بخش بندی ای دیگر برای تصویر تاکسی به ابعاد ۳۰۰..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۳- تبدیل رادن مرتبط با بخش بندی به اندازه ۳۰۰..... ۱۰۹
- شکل ۵-۱۴- مجموع شدت روشنایی برای بخش بندی ابعاد ۳۰۰ و زاویه ۱ ۱۰۹
- شکل ۵-۱۵- مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه صفر..... ۱۱۰
- شکل ۵-۱۶- عکس هایی با تفکیک پذیری بالا و مناسب برای تخمین سرعت..... ۱۱۱
- شکل ۵-۱۷- انتخاب بخش بندی..... ۱۱۲
- شکل ۵-۱۸- دارای کمترین مقدار برای دو مینیمم اول برای زاویه دوران ۲۰ درجه..... ۱۱۳
- شکل ۵-۱۹- دارای کمترین مقدار برای دو مینیمم اول برای زاویه دوران ۲۵ درجه..... ۱۱۴

فصل اول

کلیات

ماتی چیست؟

ماتی یک نوع از عوامل فرساینده تصویر است که بر روی کیفیت عکس گرفته شده تاثیر می گذارد.

ماتی^۱ در نتیجه عوامل مختلفی ایجاد می شود. که انواع آن ناشی می شوند از:

- تکان خوردن دوربین

که در نتیجه حرکت یا لرزش دست گیرنده عکس، ماتی ایجاد می شود.

- حرکت صحنه

اشیای موجود در صحنه ی فیلم برداری حرکت می کنند و سبب ماتی تصویر می گردند.

- غیر تنظیم بودن کانون دوربین^۲

که ناشی از تاثیر عمق میدان می باشد و این عدم تنظیم فاصله کانونی به هنگام عکسبرداری ایجاد ماتی می کند.

مات شدگی یک عامل نامطلوب در هنگام عکسبرداری است و بسته به نوع عامل ایجاد کننده ماتی، برای بهبود آن تاکنون روشهای مختلفی ارائه شده و تحقیقات در این زمینه همچنان ادامه دارد. ماهیت پیدایش آن به خاطر انباشته شدن نور در طول یک زمان مشخص در داخل سنسور دوربین است. ماتی به طبیعت سنسور دوربین در انباشتن نور دریافتی بر می گردد که در یک بازه زمانی شدت روشنایی را ثبت می کند و ممکن است در همین بازه بر اثر حرکت دست یا حرکت شی روشنایی های نقاط مختلف با هم جمع شده و برآیند کلی برای آن نقطه ثبت می شود. از آنجا که مات شدن می تواند به شدت کیفیت تصویری عکس را تخریب کند عکاس ها و کارخانه سازنده دوربین ها دائما در حال جستجو برای یافتن روشهایی برای محدود کردن این اثر هستند.

^۱Blur

^۲Defocus

۱-۲- روشهای کلی بهبود ماتی :

- برداشتن ماتی ناشی از حرکت دوربین

در این مورد دو حالت مختلف وجود خواهد داشت، حالت اول زمانی است که ما جهت حرکت و لرزش دوربین را داریم. که به این حالت اصطلاحاً بی پرده^۱ می گویند؛ حالت دوم زمانی است که جهت حرکت و لرزش دوربین برای ما نامعین است و بالطبع باید با روش های خاصی مسیر و مقدار حرکت کردن دوربین را حدس بزنیم؛ که به این حالت در اصطلاح حالت مخفی^۲ می گوئیم.

- برداشتن ماتی ناشی از حرکت اشیای موجود در صحنه عکس برداری

این مورد تحت عنوان ماتی حرکتی^۳ خوانده می شود. برای این مورد هم دو حالت وجود خواهد داشت؛ حالت اول معروف به حالت بی پرده وقتی است که پارامترهای حرکت اشیای موجود در صحنه که شامل اندازه حرکت جسم^۴ در لحظه بازماندن دیافراگم^۵ و جهت حرکت جسم^۶ نسبت به محور دوربین است، مشخص باشد؛ و حالت دوم حالت مخفی زمانی است که این دو عامل طول و زاویه داده نشده باشد و باید خودمان آن را حدس بزنیم.

- ماتی ناشی از عدم تنظیم^۷ بودن

که این نوع ماتی با روش های نرم افزاری می تواند بهبود یابد. برای کاربرد اندازه گیری سرعت ما با نوع دوم ماتی نیاز داریم، یعنی حالتی که دوربین ثابت باشد و فاصله کانونی آن نیز تنظیم باشد و فقط عامل ایجاد ماتی حرکت شی در صفحه ی تصویر باشد.

^۱ Non-blind

^۲ Blind

^۳ Motion blur

^۴ Motion length

^۵ Exposer time

^۶ Motion direction

^۷ Focus

ماتی حرکتی در نتیجه یک حرکت نسبی بین دوربین و صحنه در فاصله باز و بسته شدن شاتر (در معرض نور قرار گرفتن سنسور ها) ایجاد می شود. ماتی معمولاً با پیچش خطی یک تصویر با یک کرنل مات کننده^۱ به نام تابع توزیع نقطه^۲ مدل می شود. که در فصلهای بعد به طور تئوری ثابت می شود که مدل کردن ماتی حرکتی با پیچش به مقدار زیادی به واقعیت نزدیک است.

۱-۳- مختصری راجع به روشهای اندازه گیری سرعت وسیله نقلیه :

در حالت کلی دو نوع سرعت مهم وجود دارد:

▪ سرعت لحظه ای

▪ سرعت متوسط

که اندازه گیری آنها کاربردهای بسیار وسیعی را شامل می شود، اول سرعت لحظه ای است، یعنی اینکه بدانیم جسم مورد نظرمان در یک لحظه بخصوص چه سرعتی دارد مثلاً با دیدن یک خودرو در یک لحظه خاص زمانی بفهمیم چه سرعتی دارد. در این پایاننامه بیشتر دیدمان را به تعیین سرعت خودرو معطوف کرده ایم.

در کاربردهای ترافیکی و کنترلی، باید بتوانیم با دقت بالایی سرعت وسایل را اندازه گیری کنیم تا از تخلفات و وقوع حوادث دلخراش پیشگیری کنیم. و در موارد مشاهده تخلف، دقت اندازه گیری ما باید به گونه ای باشد که درصد خطای کمی را در بر گیرد تا از نظر قانونی هم این اندازه گیری قابل سندیت و اعتبار شود.

دوم سرعت متوسط است، از آنجا که کنترل نقطه نقطه مسیرهای حمل و نقل از نظر اقتصادی و محاسباتی عملاً مقدور نیست می توانیم با اندازه گیری مقادیر متوسط سرعت معلوم کنیم که بین دو نقطه ای که کنترل لحظه داشتیم آیا تخطی ای رخ داده است یا نه؟

به عنوان مثال ممکن است راننده ای نقطه هایی که سرعت لحظه ای مورد اندازه گیری قرار می گیرند را بداند و قبل از رسیدن به این نقاط سرعت خود را پایین بیاورد و بعد از گذر از این نقاط دوباره از حد مجاز فراتر رود. اما از آنجا که راههایی برای اندازه گیری سرعت متوسط بین این دو نقطه هم وجود دارد بنابراین می توان بازهم مورد تخلف را شناسایی کرد.

¹ Blurring kernel

² Point Spread Function

برای تعیین هر کدام از این دو سرعت راههای مختلفی وجود دارد.

۱-۳-۱- روش‌های تشخیص سرعت لحظه‌ای (نقطه‌ای)

سرعت لحظه‌ای تشخیص سرعت خودروها در یک نقطه است. این بدان معنا است که نقاطی از جاده (به نام دام‌های سرعت) وجود دارند که به محض عبور خودرو از آن نقاط، سرعت خودرو تشخیص داده می‌شود.

- امواج رادیویی
- لیزر
- حس گرهای تشخیص عبور خودرو
- پردازش تصویر

۱-۳-۲- روش‌های تشخیص سرعت متوسط

- استفاده از فناوری تشخیص پلاک
- استفاده از برجسب‌های تعیین هویت با استفاده از فرکانس رادیویی؛ معروف به GPS^۱

۲-۴- توضیحاتی کوتاه در مورد هر یک از روش‌های متداول تعیین سرعت :

۱-۴-۱- روش التراسونیک

در این روش با استفاده از دکل‌هایی، سنسورهای فرستنده و گیرنده التراسونیک در بالای مسیر با فاصله معین از یکدیگر و در ارتفاع مشخص نصب می‌گردند؛ با ارسال و دریافت سیگنالهای اکوستیکی و پردازش سیگنالها، سرعت و نوع وسیله نقلیه تشخیص داده می‌شود. در این روش با توجه به اینکه از فرستنده گیرنده با زاویه باریک می‌توان استفاده نمود، در تشخیص تعداد، طول و سرعت وسایل نقلیه با سرعت پایین دارای دقت بالایی خواهد بود.

این روش را می‌توان به طرق مختلف ارسال و دریافت و پردازش سیگنال اعمال نمود ولی در همه این روشها به دلیل ماهیت امواج اکوستیکی، هرچه سرعت خودروها بیشتر شود (سرعت‌های بالای ۹۰ کیلومتر بر ساعت) در اندازه‌گیری سرعت و تشخیص نوع خودرو خطا بیشتر می‌شود.

در سرعت‌های بالاتر ممکن است حتی عبور خودرو را تشخیص ندهد و در واقع خطای شمارش نیز افزایش می‌یابد. همچنین با توجه به ماهیت امواج التراسونیک که از نوع صوتی می‌باشد تاثیر عوامل طبیعی مانند

^۱Global Positioning system

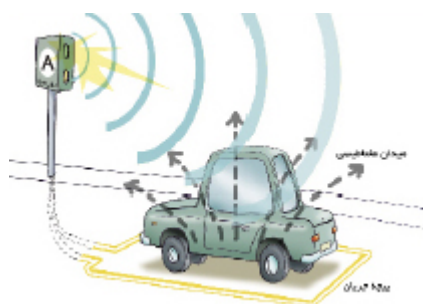
باران و خیس بودن سطح زمین بر میزان سیگنال برگشتی تاثیر دارد و رطوبت و گرما و سرما بر سرعت صوت تاثیر دارد که همگی این موارد تولید خطا می نماید. بنابراین روش فوق روش مناسبی جهت پیاده سازی نمی باشد.

۱-۴-۲- روش مغناطیسی (روش حلقه)^۱

در این روش سنسور ها در عرض مسیر و در فواصل معین زیر آسفالت نصب می گردد و با استفاده از روشهای متعدد از جمله فرکانسی، دامنه و یا غیر فعال^۲ عبور وسیله نقلیه را تشخیص و با انجام پردازش سیگنال روی اطلاعات دریافتی نوع و سرعت وسیله نقلیه را تشخیص می دهد.

این روش برای مسیر هایی که فقط به اندازه محل عبور یک خودرو بوده و وجود خطا در اندازه گیری سرعت خیلی مهم نباشد (مانند جاده های بین شهری) مناسب می باشد. ولی در مکانهایی مانند مسیر های سطح شهر که بیش از یک خودرو و با حالات مختلف ممکن است عبور نماید، خطای به نسبت زیادی در شمارش وسایل نقلیه بوجود می آید مگر اینکه از موانعی جهت کانالیزه کردن مسیر استفاده شود که جالب نمی باشد.

در این روش همچنین امکان تشخیص چند خودرو به جای یک خودرو و بر عکس همچنین چند خودرو کوچک به جای یک خودرو بزرگ وجود دارد. در روش حلقه از یکی دیگر از اصول الکترو دینامیک به نام القا الکترومغناطیسی استفاده می شود. به این ترتیب که تغییر در میدان مغناطیسی، منجر به القا جریان در مدار می شود. برای همین یک پیچه (حلقه) در کف خیابان کشیده می شود که در آن جریان برقرار است. با عبور خودرو از بالای این حلقه، تراوایی مغناطیسی محیط تغییر می کند و به این ترتیب شدت میدان مغناطیسی نیز تغییر می یابد. این تغییر میدان باعث القا جریان در پیچه می شود. شدت این جریان را یک آمپرسنج اندازه می گیرد. تغییر این جریان، سرعت خودرو را اندازه می گیرد و اگر این سرعت از حد مجاز بیشتر باشد، دستگاه تصویر خودرو و پلاک آن را ثبت می کند.



شکل ۱-۱- روش مغناطیسی (حلقه)

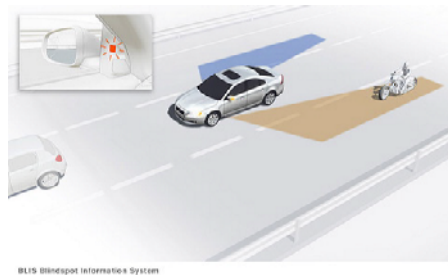
¹Loop

²Passive

۱-۴-۳- روش القایی (مغناطیسی) با سنسور دستور دهنده^۱

این روش شبیه روش مغناطیسی اعمال می گردد با این تفاوت که مشکلات و معایب طرح قبلی رفع گردیده است.

در این روش دو ردیف سنسور در عرض مسیر و در فواصل معین زیر آسفالت نصب می گردد و با استفاده از روش مناسب عبور وسیله نقلیه را تشخیص و با انجام پردازش سیگنال روی اطلاعات دریافتی نوع و سرعت وسیله نقلیه را تشخیص می دهد. در این روش برای مسیرهای عریض نیز جهت تشخیص، تفکیک و اندازه گیری سرعت وسایل نقلیه مناسب خواهد بود و نیازی به کانالیزه کردن مسیر وجود ندارد. میزان دقت در اندازه گیری سرعت و تشخیص و تفکیک خودروها به عوامل متعددی بستگی دارد که مهمترین آن اندازه طیف گیرنده گی سنسور می باشد.



شکل ۱-۲- روش القایی دستور دهنده

^۱Directive

۱-۴-۴- روش راداری

این روش مشابه روش التراسونیک می باشد با این تفاوت که از امواج الکترومغناطیس بجای امواج التراسونیک استفاده می شود.

در این روش به دلیل ماهیت امواج الکترومغناطیس امکان استفاده از فرستنده - گیرنده با طیف باریک وجود دارد اگر از روش پردازش سیگنال مناسب استفاده شود و روش مطلوبی جهت پیاده سازی طرح می باشد. [49] و [50].



شکل ۱-۳- تصویر آنتن رادار

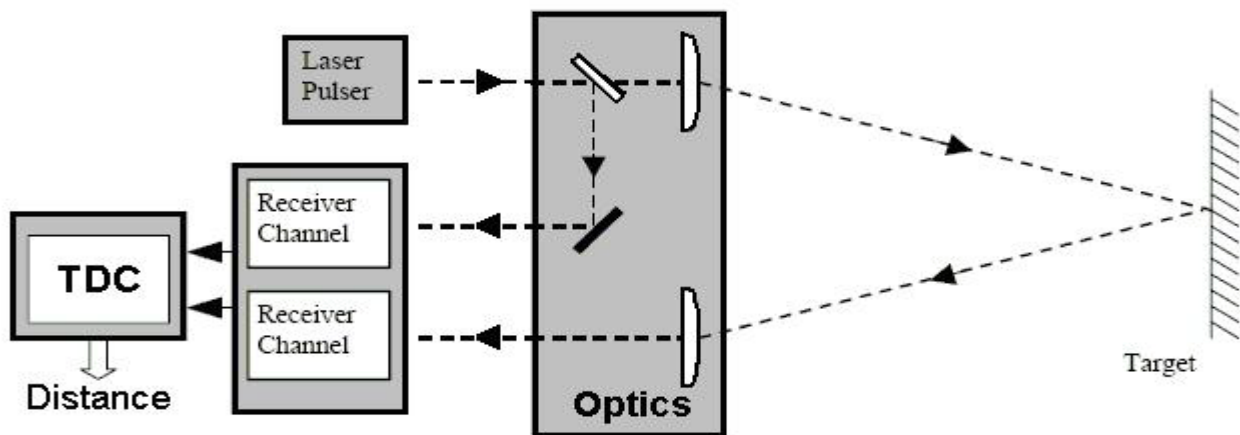
۱-۴-۵- روش مادون قرمز و لیزری

این روش شبیه روش راداری است با این تفاوت که از امواج نوری مادون قرمز و یا لیزری استفاده می شود. تاثیر عوامل طبیعی از جمله مرطوب بودن سطح زمین در ایجاد خطا بعلت تغییر در میزان انعکاس نور در این سیستم نقش بسزایی دارد و علاوه بر آن روش لیزری خطر آفرین است.



شکل ۱-۴- تصویر فرستنده و گیرنده لیزری

اساس کار این است که یک پالس لیزر ایجاد شده و به مانع مورد نظر که می خواهیم فاصله آن را اندازه بگیریم برخورد کرده و از آن منعکس میشود. با یک مدار بسیار دقیق زمانسنج ، که باید در حد چند ده پیکوثانیه دقت اندازه گیری داشته باشد ، میشود فاصله را دقیقا اندازه گرفت [21], [48], [47], [46].



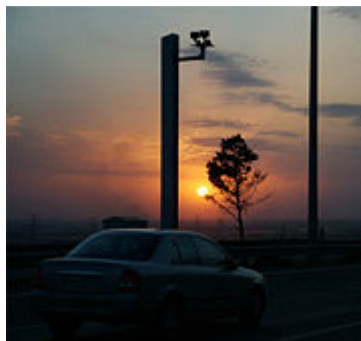
شکل ۱-۵- روش کارکرد سرعت سنج لیزری

در شکل ۱-۵ منظور از TDC ، مدار اندازه گیری زمان به صورت دیجیتال (Time to Digital Converter) است.

۱-۵- روش‌های تشخیص سرعت متوسط

۱-۵-۱- استفاده از فناوری تشخیص پلاک

علاوه بر روش‌های معمول اندازه‌گیری سرعت که در یک نقطه‌ی خاص سرعت خودروها را محاسبه می‌کنند، روش‌هایی نیز جهت محاسبه سرعت متوسط خودروها در یک مسیر وجود دارد. جهت اندازه‌گیری سرعت متوسط نیاز به تشخیص هویت خودروها در ابتدا و انتهای مسیر می‌باشد. تشخیص پلاک خودرو یکی از راه‌های مناسب جهت تشخیص هویت خودروها و به تبع آن اندازه‌گیری سرعت متوسط آنها می‌باشد. در این راه حل، دوربین‌های تشخیص پلاک در چندین نقطه از مسیر نصب می‌شوند و با ثبت زمان تردد خودرو از مقابل هر یک از آنها، امکان محاسبه سرعت متوسط خودرو میان هر دو نقطه متوالی وجود دارد. در این راه حل، حتی اگر رانندگان در مقابل این دوربین‌ها ترمز کنند تأثیر چندانی در سرعت متوسط محاسبه شده در مسیر نخواهند گذاشت و بنابراین تا حدی در مقایسه با روش‌های مبتنی بر سرعت نقطه‌ای برتری دارد.



شکل ۱-۶- فناوری تشخیص پلاک

۱-۵-۲- استفاده از برچسب‌های تعیین هویت با استفاده از فرکانس رادیویی یا GPS^۱



شکل ۱-۷- تصویر یک برچسب تعیین هویت نصب شده روی خودرو

GPS ، یک سیستم مکان‌یابی جهانی است. این سیستم یک ناوگان ماهواره‌ای است GPS، وسیله‌ای است که با بهره‌گیری از آن می‌توان سرعت، مسیر، فاصله پیموده شده فاصله تا مقصد، زمان طلوع و غروب خورشید و حرکت هر متحرک در روز و شب را محاسبه کرد. این سیستم یک ناوگان ماهواره‌ای است که از شبکه‌ای با ۲۴ ماهواره ساخته شده و به وسیله سازمان دفاع آمریکا در مدار قرار گرفت.

در ابتدا GPS برای مصارف نظامی به کار گرفته می‌شد اما از سال ۱۹۸۰ این سیستم برای استفاده‌های غیر نظامی نیز مورد بهره‌برداری قرار گرفت به گونه‌ای که هم‌اکنون در بسیاری از کشورها خودروهای حمل و نقل عمومی به ویژه اتوبوس‌ها و تانکرهای حامل مواد خطرناک به این سیستم مجهز هستند. از این سیستم مدت‌ها است که در حمل و نقل دریایی نیز استفاده می‌شود. GPS در هر شرایط آب و هوایی و در هر جای جهان، در ۲۴ ساعت شبانه روز قابل دسترسی است و هیچ حق اشتراک یا هزینه‌ای برای استفاده از GPS وجود ندارد [20].

^۱Global Positioning system

۱-۶- روش های تشخیص سرعت مبتنی بر پردازش تصویر:

با استفاده از روش مبتنی بر پردازش تصویر می توان اطلاعات جامعی از خودروهای عبوری را به دست آورد. در این روش با مدلسازی مسیر حرکت خودروها و تحلیل دقیق رفتار ترافیکی آنها می توان اطلاعات ارزشمندی را استخراج نمود که قدرت بالایی را جهت برقراری مدیریت منعطف ترافیکی ایجاد می نمایند .

این روش نسبت به سایر روش های تشخیص سرعت خودرو، دارای مزایایی می باشد که از آن جمله به موارد زیر می توان اشاره کرد:

- امکان تشخیص سرعت دقیق برای هر خودرو بصورت جداگانه
- امکان اعمال دو یا چند آستانه جهت خودروهای سنگین و سبک
- امکان تشخیص تخلفاتی مانند انحراف به چپ
- امکان تشخیص همزمان سرعت چندین خودرو
- تشخیص پلاک خودروهای عبوری که جهت کشف خودروهای مسروقه و بدست آوردن اطلاعات آماری از تردد خودروها استفاده می گردد .
- عملکرد مناسب در شرایط مختلف جوی
- امکان ادغام با تشخیص سرعت متوسط
- عدم نیاز به تغییرات فیزیکی در سطح جاده
- امکان تشخیص سبقت غیر مجاز در محدوده ی دید دوربین
- امکان تشخیص عدم رعایت فاصله مجاز دو خودرو در محدوده ی دید دوربین

۷-۱- روشهای اندازه گیری سرعت بر اساس دنباله ویدیویی:

این روش در حقیقت زیر مجموعه ای از روش های پردازش تصویر است. در این روش چنانچه دقت بالا مد نظر باشد از دوربین های ویدیویی ای استفاده می شوند که قابلیت نمونه گیری تعداد فرم های بالایی در ثانیه را دارند. در این روش جا به جایی شی در دو فرم متوالی اندازه گیری می شود و بر فاصله زمانی بین این دو فاصله تقسیم می گردد. در مسابقات ورزشی مثل تنیس و فوتبال این روش برای اندازه گیری سرعت توپ با دقت بالا کارایی زیادی دارد.

۸-۱- روش اندازه گیری سرعت بر اساس یک تصویر:

این روش نیز زیر مجموعه ی روشهای مبتنی بر پردازش تصویر است. ایده این روش استفاده از پارامترهای ماتی حرکتی در تعیین سرعت است. این روش قدمت زیادی ندارد و مزیت عمده این روش هزینه سخت افزاری بسیار پایین آن است.

۹-۱- دسته بندی روشهای اندازه گیری سرعت از دیدگاهی دیگر:

روشهای متعددی برای تخمین سرعت در سالهای اخیر ارائه شده است. تمام این راهها سعی در افزایش دقت و کم کردن هزینه سخت افزاری و پیاده سازی دارند. متدهای تخمین سرعت در دو کلاس دسته بندی می شوند.

روش اول روش های فعال : که از مشهور ترین آنها می توان به روش های استفاده از رادار و لیدار برای آشکار ساختن سرعت وسیله نقلیه می توان اشاره کرد. وسایل راداری یک سیگنال را به طرف وسیله نقلیه در حال حرکت ارسال می کند و سپس انعکاس سیگنال آن توسط یک گیرنده دریافت می گردد، گیرنده های رادار مربوط به کاربردهای ترافیکی تفاوت فرکانس بین سیگنال اولیه و برگشتی را اندازه می گیرند و آن را به سرعت وسیله نقلیه تبدیل می کنند. وسایل لیداری زمانی را که پالس نوری از تفنگ لیدار تابیده می شود تا زمانی که این پالس به وسیله در حال حرکت خورده و بر می گردد را اندازه گیری می کند. بر اساس این اطلاعات لیدار می تواند به سرعت فاصله بین اسلحه ی پرتاب پالس و خودرو را اندازه گیری کند. با چندین بار انجام دادن اندازه گیری و مقایسه فاصله جا به جایی خودرو در این زمان های اندازه گیری می تواند سرعت را به دقت تخمین بزند.

روش دوم روش های غیر فعال یا پسیو [36],[37],[38]: در این روش اطلاعات سرعت از یک دنباله تصاویر که در آن واحد توسط یک دوربین ساکن گرفته می شود بیرون کشیده خواهد شد. لبه های اشیای در حال حرکت استخراج می شوند و پردازش اطلاعات حاصل از لبه برای بدست آوردن هندسی کمیت خودروها به کار می رود. روشهای اکتیو در مقایسه با روشهای غیر فعال معمولا گرانترند .

فصل دوم

تئوری های مورد استفاده

جهت بررسی و پیاده سازی الگوریتم های تخمین طول و زاویه ماتی، آشنایی با مدل کردن ریاضی تصویر مات شده، تابع مات کننده و زاویه آن، تبدیل فوریه دو بعدی گرفتن از تصویر مات شده، تابع مات کننده و زاویه آن، تبدیل رادن، طیف^۱ گرفتن و پروفایل روشنایی الزامی می باشد. در کاربرد مدلسازی تصویر مات نیز این مفاهیم در بخش های مختلف مورد استفاده واقع می شود. بنابراین در این فصل به بررسی اجمالی این مفاهیم خواهیم پرداخت.

۲-۲- مدل ریاضی تصویر مات

در بیشتر مدل های متداول تصویر دارای ماتی فرض می گردد که کل تصویر مات شده و تصویر مشاهده شده به عنوان خروجی یک سیستم خطی تغییر ناپذیر نسبت به فضا در نظر گرفته می شود. که با تابع توزیع نقطه ی $h(x, y)$ مشخص شده است. در مورد حرکت خطی یکنواخت این تابع توزیع نقطه ای اینگونه بیان می گردد

$$h(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{R} & |x| \leq \frac{R}{2} \cos \theta, y = x \tan \theta \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1-2)$$

که θ و R زاویه و طول حرکت متناظر هستند. برای بازسازی کردن تصویر اصلی، شخص باید $h(x, y)$ یا همان θ و R معادل را از تصویر دارای ماتی $g(x, y)$ تخمین بزند.

اما این مدل بالا برای حرکت خطی نمی تواند به طور مستقیم برای مدل کردن ماتی حرکتی^۲ ایجاد شده توسط یک جسم متحرک در مقابل یک پس زمینه ایستا مورد استفاده قرار گیرد.

در این حالت ماتی حرکتی شامل تاری ایجاد شده با ترکیب جسم متحرک و پس زمینه ساکن در اطراف مرز(که تحت عنوان ماتی نسبی^۳ تعریف می گردد) شی است.

¹Spectrum

²Motion blur

³partial blur

و ماتی القا شده توسط حرکت داخل ناحیه ی شی (که تحت عنوان ماتی کامل^۱) القا شده است.

تصور کنید که یک جسم فاصله R را در جهت θ از محور افقی تصویر حرکت می کند، در این صورت تصویر مات شده $g(x, y)$ با رابطه زیر بیان می شود اگر $f(x, y)$ نقطه ای در ناحیه ی ماتی کامل باشد:

$$g(x, y) = \frac{1}{R} \int_0^R f(x - \rho \cos \theta, y - \rho \sin \theta) d\rho \quad (2-2)$$

و اگر (x, y) در ناحیه ی ماتی نسبی باشد، که $R' < R$ باشد و $f_b(x, y)$ پس زمینه ی ناشناس^۲ در نقطه ی (x, y) است:

$$g(x, y) = \frac{1}{R} \{(R - R')f_b(x, y) + \int_0^{R'} f(x - \rho \cos \theta, y - \rho \sin \theta) d\rho\} \quad (3-2)$$

و اگر نقطه (x, y) در ناحیه ی ماتی حرکتی نباشد آنگاه $g(x, y)$ معادل با $f(x, y)$ می گردد. اگر جهت θ معین باشد آنگاه معادله بالا می تواند به مورد یک بعدی برای ماتی کامل ساده شود.

$$g(x) = \frac{1}{R} \int_0^R f(x - \rho) d\rho \quad (4-2)$$

و برای ماتی نسبی بعد از چرخش دستگاه مختصات به صورت زیر در می آید:

$$g(x) = \frac{1}{R} \{(R - R')f_b(R') + \int_0^{R'} f(x - \rho) d\rho\} \quad (5-2)$$

در عمل بازسازی تصویر از ماتی حرکتی تغییر پذیر در فضای سه بعدی در نتیجه مواجه بودن با پس زمینه نامعین یک مسئله ی مشکل و پیچیده در نظر گرفته می شود. از آنجا که کاربرد بر روی تخمین پارامترهای ماتی حرکتی و بازیابی تصویر از نواحی با ماتی مطلق مانند پلاک وسیله نقلیه است، تکنیک های مواجه با ماتی حرکتی تغییر ناپذیر در فضای سه بعدی *blind convolution* یا *wiener filter* به طور مستقیم برای *deblurring* بعد از ناحیه بندی کردن^۳ به کار می روند [30]، با این حال الگوریتم های پیچیده تر مانند روش های بازیابی تکرار شونده مانند روش *tull* و *katsaggleous* [41] برای بهبود کیفیت تصاویر بازیابی شده مورد استفاده قرار می گیرند.

¹total blur

²unknown background

³segmentation

۲-۳- تبدیل فوریه دو بعدی:

متداول است که تصویر را به صورت ریاضی با یک تابع با دو متغیر فضایی^۱ نمایش می دهند. مقدار تابع در یک مکان معین (x, y) مشخص کننده شدت روشنایی تصویر در آن نقطه است. به این حوزه، حوزه فضایی^۲ می گویند.

عبارت انتقال به معادل کردن مدل ریاضی دلالت دارد. برای مثال تبدیل فوریه نماینده یک تصویر است که به صورت مجموع عبارت های نمایی با دامنه ها، فرکانس ها و فاز های متفاوت بیان می شود. به این فضا حوزه فرکانس می گویند. تبدیلات برای اهداف متعددی مفید هستند؛ مانند پیچش^۳، ارتقا^۴، بیرون کشیدن ویژگی ها^۵ و فشرده سازی^۶.

در اینجا چندین تبدیل مهم و مثالهایی از کاربرد آن ها بیان شده است.

۲-۳-۱- تعریف تبدیل فوریه:

تبدیل فوریه، نمایش دهنده یک تصویر به صورت حاصل جمع توابع نمایی با دامنه و فرکانس و فاز مختلف است، تبدیل فوریه یک نقش حیاتی را در یک محدوده وسیعی از کاربردهای پردازش تصویر، مانند ارتقا تصویر، تحلیل تصویر، بازسازی تصویر و فشرده سازی تصویر ایفا می کند.

¹Spatial variables

²Spatial Domain

³convolution

⁴enhancement

⁵feature detection

⁶compression

اگر $f(m, n)$ تابعی با دو متغیر گسسته m, n در حوزه فضا باشد، آنگاه تبدیل فوریه $f(m, n)$ با رابطه

$$F(\omega_1, \omega_2) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(m, n) e^{-j\omega_1 m} e^{-j\omega_2 n} \quad (6-2)$$

تعریف می شود. متغیرها ω_1, ω_2 متغیرهای فرکانس هستند. واحد آنها رادیان بر سمپل است.

$F(\omega_1, \omega_2)$ معمولاً نماینده حوزه فرکانس $f(m, n)$ نامیده می شوند. $F(\omega_1, \omega_2)$ یک تابع با مقادیر مختلط است که هر دوی ω_1, ω_2 با دوره تناوب 2π متناوب می باشند. به دلیل متناوب بودن معمولاً فقط مقدار آن در محدوده $-\pi \leq \omega_1, \omega_2 \leq \pi$ نمایش داده می شود.

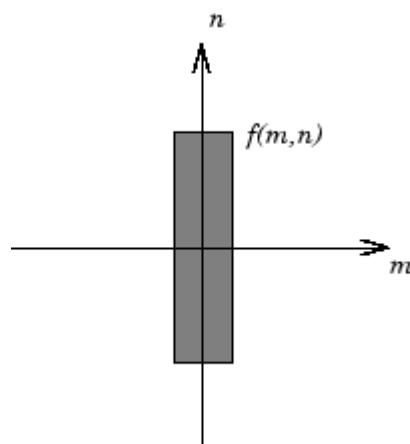
باید توجه داشت که $F(0, 0)$ حاصل جمع تمام مقادیر $f(m, n)$ است. به همین دلیل $F(0, 0)$ اغلب جزء ثابت یا جزء DC تبدیل فوریه نامیده می شود. عبارت DC نماینده جریان مستقیم است، یک جمله ی مهندسی الکتریکی که به مقدار ولتاژ ثابت بر می گردد، در مقابل منبع توانی که ولتاژ آن به طور سینوسی تغییر می کند.

معکوس انتقال یک عملیات است که بر روی تصویر انتقال یافته اعمال می شود و تصویر اصلی را ایجاد می کند. معکوس تبدیل فوریه توسط رابطه زیر داده می شود:

$$f(m, n) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{\omega_1=-\pi}^{\pi} \int_{\omega_2=-\pi}^{\pi} F(\omega_1, \omega_2) e^{j\omega_1 m} e^{j\omega_2 n} d\omega_1 d\omega_2 \quad (7-2)$$

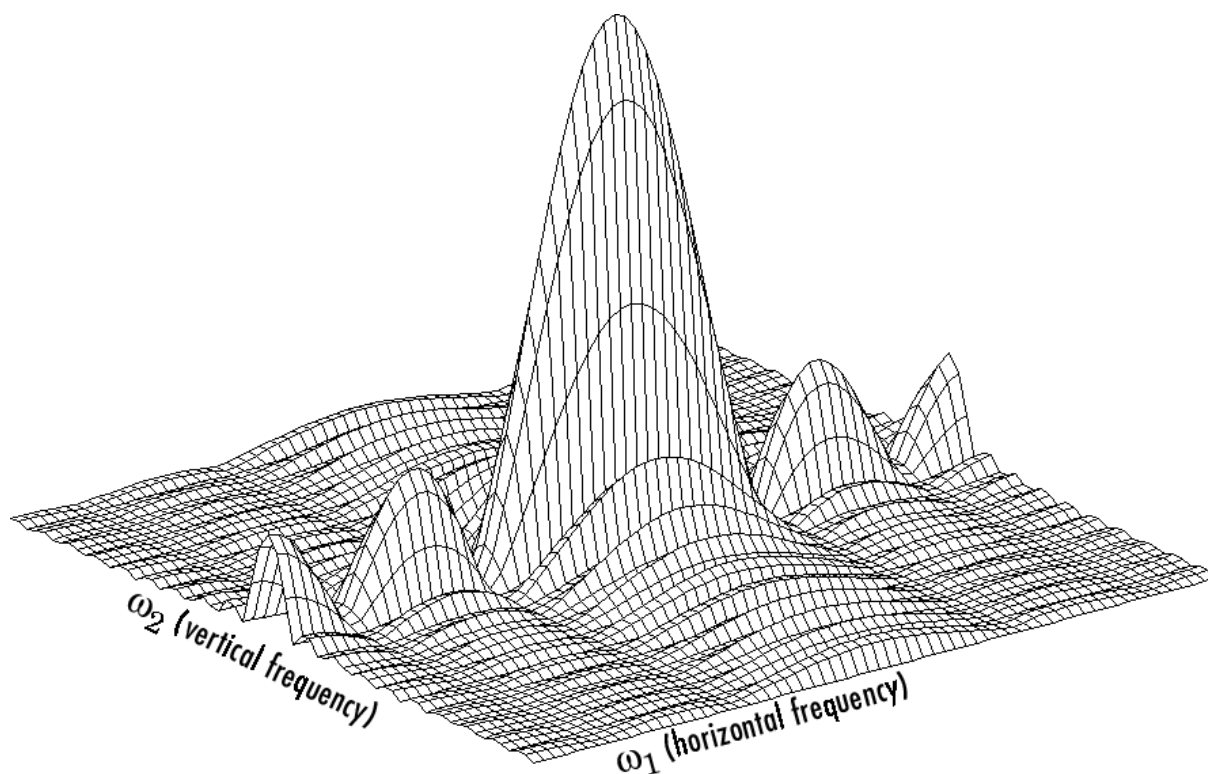
صرفنظر از جزئیات معنی این معادله این است که $f(m, n)$ می تواند توسط مجموع بیشمار عدد مختلط نمایی (سینوسی) با فرکانسهای مختلط نمایش داده شود. دامنه و فاز در فرکانس ω_1, ω_2 با $F(\omega_1, \omega_2)$ داده شده است.

۲-۳-۲- مصور کردن تبدیل فوریه : برای روشن شدن بیشتر تابع $f(m, n)$ را در نظر بگیرید که در داخل ناحیه مستطیل برابر یک و در جاهای دیگر برابر صفر است. برای پیاده سازی دیاگرام $f(m, n)$ به عنوان یک تابع پیوسته نشان داده شده است، هرچند m, n گسسته هستند.



شکل ۲-۱- یک تابع مستطیلی که داخل آن یک و خارج آن صفر است

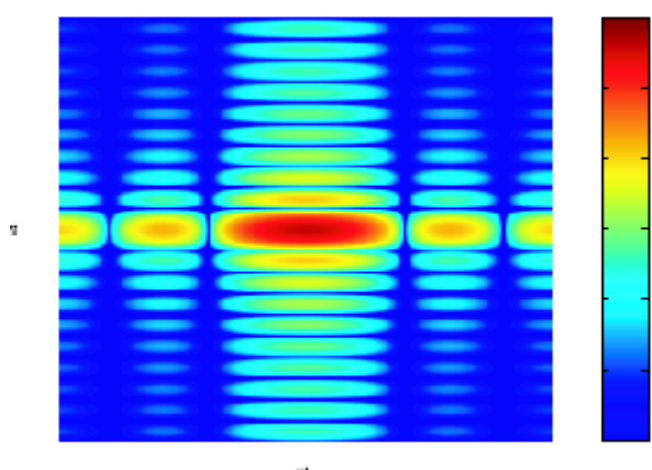
در ادامه شکل نشان داده شده رسم دامنه ی تبدیل فوریه $|F(\omega_1, \omega_2)|$ به صورت مشبک از تابع مربعی نشان داده شده در شکل قبل است، رسم مشبک دامنه یک راه متداول برای به تصویر کشیدن تبدیل فوریه می باشد :



شکل ۲-۲- تبدیل فوریه تابع مستطیلی

قله موجود در مرکز شکل $F(0,0)$ می باشد، که مجموع مقادیر در $f(m,n)$ می باشد. شکل رسم شده همچنین نشان می دهد که $F(\omega_1, \omega_2)$ در فرکانس های بالای افقی از فرکانس های بالای عمودی انرژی بیشتری دارد. این موضوع انعکاس این حقیقت است که برش مقطعی افقی از $f(m,n)$ پالس های باریکی هستند در حالی که مقطع عمودی پالس های پهن هستند، پالس های باریک نسبت به پالس های پهن محتوای فرکانس بالا، بیشتری دارند. راه متداول دیگر برای به تصویر درآوردن تبدیل فوریه، نمایش لگاریتم اندازه آن است.

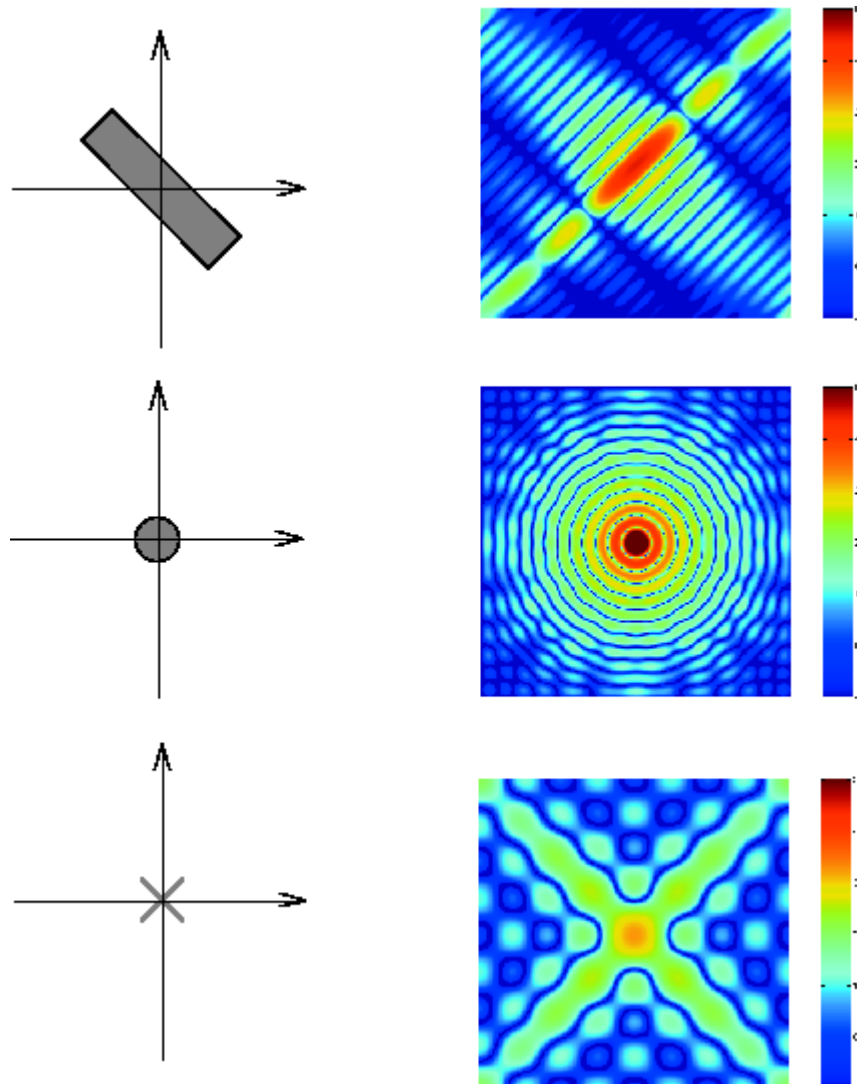
$\log|F(\omega_1, \omega_2)|$ به عنوان یک تصویر است (محور افقی ω_1 و محور عمودی ω_2 می باشد):



شکل ۲-۳- راه متداول دیگر برای نمایش تبدیل فوریه نمایش لگاریتم اندازه به عنوان یک تصویر

استفاده از لگاریتم به ما این کمک را می کند که جزئیات تبدیل فوریه را در نواحی ای که خیلی به صفر نزدیک هستند بیوریم.

نمایش تبدیل فوریه چند منحنی متداول در شکل ۲-۴ نشان داده شده است:



شکل ۲-۴- نمایش تبدیل فوریه دو بعدی چند منحنی متداول

۲-۴- تبدیل فوریه گسسته: کارکردن با تبدیل فوریه در کامپیوتر معمولاً شامل یک شکل از تبدیلات به اسم تبدیل فوریه گسسته می شود. یک تبدیل گسسته، تبدیلی است که مقادیر ورودی و خروجی نمونه های گسسته ای هستند که برای کامپیوتر مناسب است. دو اصل کلی برای استفاده از انتقال وجود دارد:

- ورودی و خروجی DFT هر دو گسسته هستند که آن را برای استفاده کامپیوتر مناسب می کند.
- یک الگوریتم برای محاسبه DFT به طور سریع وجود دارد تحت عنوان **fft (Fast Fourier Transform)**

معمولاً DFT برای یک تابع گسسته مانند $f(m, n)$ تعریف می شود که فقط برای نواحی محدود

$0 \leq m < M - 1$ و $0 \leq n < N - 1$ غیر صفر است. DFT دو بعدی با ابعاد $M \times N$ و معکوس آن با ابعاد $M \times N$ با رابطه زیر بدست می آید:

$$F(p, q) = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) e^{-j(2\pi/M)pm} e^{-j(2\pi/N)qn} \quad \begin{matrix} p = 0, 1, \dots, M-1 \\ q = 0, 1, \dots, N-1 \end{matrix} \quad (8-2)$$

$$f(m, n) = \frac{1}{MN} \sum_{p=0}^{M-1} \sum_{q=0}^{N-1} F(p, q) e^{j(2\pi/M)pm} e^{j(2\pi/N)qn} \quad \begin{matrix} m = 0, 1, \dots, M-1 \\ n = 0, 1, \dots, N-1 \end{matrix}$$

مقادیر $F(p, q)$ ضرایب DFT هستند. برای $f(m, n)$ ضریب $F(0,0)$ معمولاً جزء DC نامیده می شود. عبارت DC یک واژه مهندسی الکتریک است که به جریان مستقیم اطلاق می گردد. باید توجه داشت که اندیس ماتریس در متلب همیشه به جای صفر از یک شروع می شود و بنابراین عناصر ماتریس $f(1,1)$ و $F(1,1)$ همان مقادیر ریاضی $f(0,0)$ و $F(0,0)$ هستند.

توابع fft , fft2 , fftn در متلب الگوریتم تبدیل فوریه سریع Fast Fourier Transform برای محاسبه DFT یک بعدی، دو بعدی و N بعدی می باشند. توابع ifft , ifft2 , ifftn معکوس DFT را محاسبه می کند. اطلاعات کاملتر در رابطه با پیاده سازی تبدیل فوریه در [22] آمده است.

ضرایب DFT، $F(p, q)$ نمونه های تبدیل فوریه $F(\omega_1, \omega_2)$ می باشند، طبق رابطه زیر:

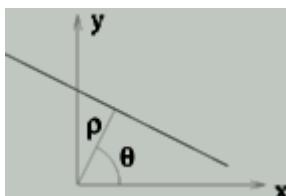
$$F(p, q) = F(\omega_1, \omega_2) \Big|_{\substack{\omega_1 = 2\pi p/M \\ \omega_2 = 2\pi q/N}} \quad \begin{matrix} p = 0, 1, \dots, M-1 \\ q = 0, 1, \dots, N-1 \end{matrix} \quad (9-2)$$

۲-۶- آشنایی مختصر با تبدیل رادن [23],[24],[25],[26],[27]:

در سالهای اخیر تبدیل Hough و Radon مورد توجه زیادی قرار گرفته اند. این دو تبدیل این توانایی را دارند که در تصاویر دو بعدی خطوط داخلی آن را به حوزه دیگر انتقال دهند به گونه ای که هر خط در تصویر در حوزه جدید یک مقدار ماکزیمم ای متناسب با پارامترهای خط خود می گیرد. که این ویژگی منجر به کاربردهای زیادی در زمینه های بینایی ماشین، پردازش تصویر و ... خواهد شد.

چندین تعریف برای تبدیل رادن وجود دارد که همگی معادل هستند. یک معادله متداول برای خط به این صورت است که :

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad \text{که } \theta \text{ زاویه و } \rho \text{ کوتاهترین فاصله نسبت به دستگاه مختصات است.}$$



شکل ۲-۵- نمودار یک خط راست که از مبدا فاصله ρ دارد و با جهت مثبت محور x زاویه θ می سازد.

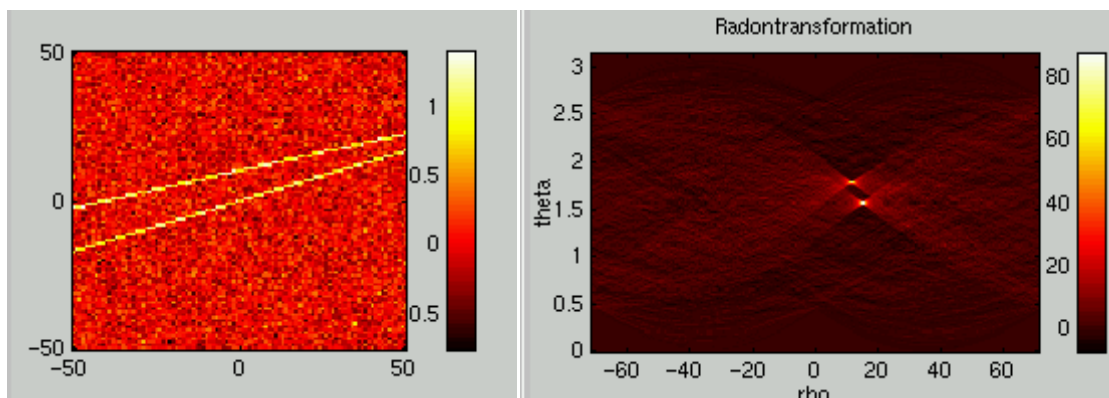
در دو تعریف نشان داده شده که معادل هستند، تبدیل رادن برای یک مجموعه از پارامترهای ρ و θ انتگرال خطی تصویر $g(x, y)$ است که خط با توجه به جهتش با مقدار ρ و θ ارزش دهی می گردد. تابع δ تابه دلتای دیراک است که برای آرگومان صفر بی نهایت است و برای سایر آرگومان ها صفر می باشد. (مقدار انتگرال یک می شود) و معادل دیجیتالی این تابع دلتای کرونکر به کار می رود.

$$g'(\rho, \theta) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} g(x, y) \delta(\rho - x \cos \theta - y \sin \theta) dx dy \quad (۲-۱۰)$$

یا معادل یکتای

$$g'(\rho, \theta) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(\rho \cos \theta - s \sin \theta, \rho \sin \theta + s \cos \theta) ds \quad (۲-۱۱)$$

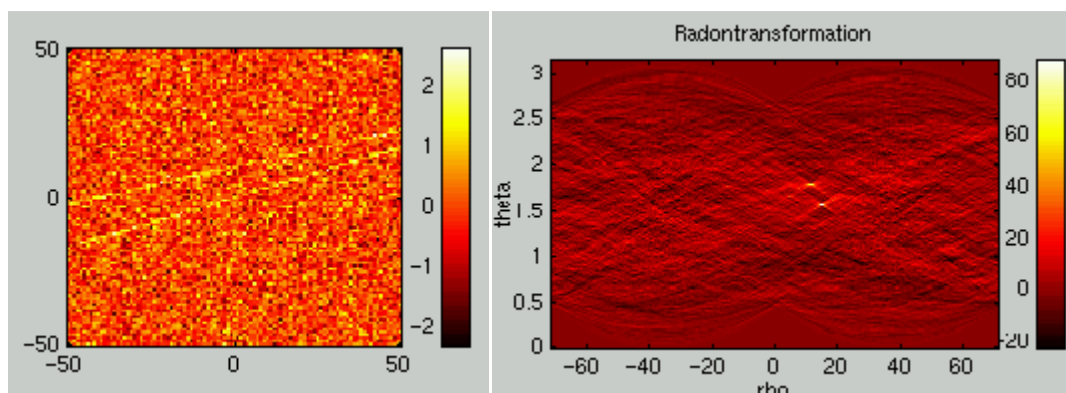
با استفاده از تعریف، یک شی شامل دو خط تبدیل رادن مطابق با شکل سمت راست خواهد داشت.



شکل ۲-۶- تصویر دو خط در تصویر سمت چپ موجود است که تبدیل رادن آن در صفحه ρ, θ دو نقطه شده است

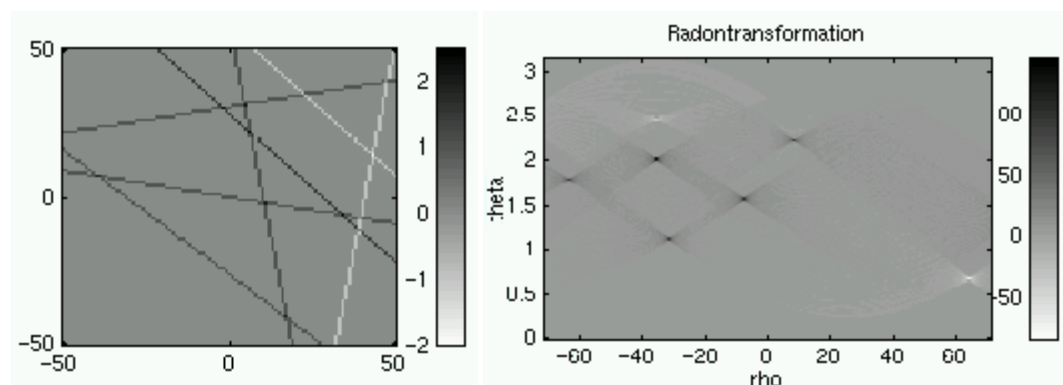
در حوزه تبدیل رادن دو نقطه خیلی درخشان دیده می شود و محل آنها نشان دهنده پارامترهای خط در تصویر اصلی است. مثلاً در شکل ۲-۶ قسمت سمت چپ، یعنی تصویر اصلی، زاویه دو خط راست حدود ۴۰ درجه نسبت به محور افقی است و فاصله آنها از مرکز حدود تصویر حدود ۲۰ می باشد؛ که به شکل سمت راست در حوزه ρ, θ رادن نگاشته شده است.

با یک الگوریتم ساده آستانه گذاری می توان پارامترهای خط را بیرون کشید. این تبدیل که تبدیلی است خطی، خطوط مختلف را به نقاطی مختلف در حوزه رادن خواهد برد. خصوصیت خیلی مهم تبدیل رادن، توانایی آن در بیرون کشیدن خطوط در تصاویر خیلی نویز ی است.



شکل ۲-۷- تبدیل رادن شکل قبل در صفحه ی دارای نویز بیشتر

در شکل صفحه ی قبل علی رغم نویز شدید موجود در تصویر، تبدیل رادن به خوبی توانسته خطوط موجود را شناسایی کند. در حالت کلی تعداد بسیار زیادی خطوط مخفی در تصویر می تواند به یک مجموعه از قله ها منتقل گردد که مقدار آنها در حوزه ی رادن (شکل سمت راست) انعکاس می دهد. که مقادیر تبدیل یافته منحصر به فرد خود را دارند.



شکل ۲-۸- تبدیل رادن قادر است مجموعه ای از خطوط متقاطع را که در بعضی نواحی نیز از روی هم عبور کرده اند تشخیص دهد.

از تبدیل رادن سمت راستی مشخص است که خطهای متقاطع هم مشکلی ایجاد نمی کنند و هر کدام به خوبی تشخیص داده می شوند. تبدیل رادن تنها خطوط راست را تشخیص می دهد چراکه خط مورد نظر باید تنها توسط دو پارامتر زاویه و اندازه به طور یکتا قابل مشخص شدن باشد. برای بررسی کامل تر و اثبات روابط می توان به منابع ارائه شده مراجعه کرد.

۷-۲- پارامترهای ذاتی دوربین:

هر دوربین عکاسی ای شامل یکسری پارامترهای ذاتی می باشد که اندازه آن در برگه اطلاعات مربوط به دوربین داده شده است. تعدادی از این پارامترها در فرمول نهایی تخمین سرعت از روی یک تصویر مات مورد استفاده قرار می گیرند و بسته به نوع دوربین این پارامترها تغییر می یابند. مانند فاصله کانونی دوربین^۱ که در این مورد ۹ میلی متر است. زمان باز ماندن شاتر و فاصله کانونی عدسی در کاتالوگ تمام دوربین ها موجود می باشد. زمان T که زمان نور دهی^۲ نام دارد، در مورد دوربین زیر $\frac{1}{160}$ ثانیه است.

سایر پارامترهای ذاتی دوربین شامل موارد زیر می باشد:

Width	1280 pixels
Height	960 pixels
Horizontal Resolution	144 dpi
Vertical Resolution	144 dpi
Bit Depth	24
Frame Count	1
Equipment Make	OLYMPUS OPTICAL CO.,LTD
Camera Model	E-20,E-20N,E-20P
Creation Software	29-1104
Color Representation	sRGB
Flash Mode	No Flash
Focal Length	9 mm
F-Number	F/9
Exposure Time	1/160 sec.
ISO Speed	ISO-80
Metering Mode	Pattern
Exposure Program	Shutter Priority
Exposure Compensation	0 step

شکل ۲-۹- پارامترهای ذاتی یک نوع دوربین

¹Focal Length

²Exposure Time

فصل سوم

مروری بر پیاده سازی کارهای انجام شده

در این فصل مروری خواهیم داشت بر کارهای انجام شده در زمینه ی اندازه گیری پارامترهای ماتی و روشهایی که برای تعیین سرعت از روی تصاویر مات به کار رفته است و همچنین پیاده سازی آنها. روشهایی مانند FFT دو بعدی روی تصاویر مات و استفاده از اطلاعات موجود در اندازه تبدیل فوریه دو بعدی تصویر مات، محاسبه میانگین مجموع شدت روشنایی های روی هر ستون از دامنه تبدیل فوریه دو بعدی و تحلیل جواب بدست آمده بر روی تصاویر شبیه سازی شده مصنوعی و تصاویر واقعی مورد بررسی قرار گرفته اند، ارائه ی دلیل ریاضی برای اثبات ظهور خطوط موازی با فاصله یکسان در تبدیل فوریه تصاویر مات ناشی از حرکت یک جسم با سرعت ثابت، تخمین زاویه θ با استفاده از محاسبه مشتق دو بعدی تصویر، استفاده از لبه های تصویر برای تخمین طول ماتی، بدست آوردن دقیق تر طول ماتی با کمک یک دنباله تصاویر با طول متفاوت و استفاده از لاپلاسین اصلاح شده بر روی تصویر و روابط بین پارامترهای ماتی و سرعت جسم متحرک مورد بررسی قرار گرفته اند. برداشتن ماتی القا شده در تصاویر یک موضوع فعال در تحقیقات است.

۳-۲-۱- روش مجموع شدت روشنایی تبدیل فوریه :

در مقاله [1] بر روی خطوطی که در طیف^۱ تصاویر مات شده مصنوعی^۲ مشاهده می گردد متمرکز شده است. در این مقاله به دنبال همچین خطوطی در تصاویر مات شده ی واقعی^۳ می گردد و نشان می دهد که آن خطها در هر دو نوع تصویر واقعی و مصنوعی وجود خواهند داشت. به عبارت دیگر با دلیل تئوری بیان می کند که باید این خطوط ظاهر شوند و این نمایشگر این است که مدل ماتی پایه که برای تولید ماتی مصنوعی مورد استفاده قرار می گیرد خیلی به واقعیت نزدیک است.

ماتی حرکتی^۴ پدیده ای است که در کاربردهای زیادی با آن روبرو می شویم. نه فقط عکاس ها بلکه ستاره شناس ها و اپراتور های دوربین های نظارت به دنبال مقابله با تصاویر مختل شده در نتیجه ماتی حرکتی هستند.

¹spectrum

²synthetic

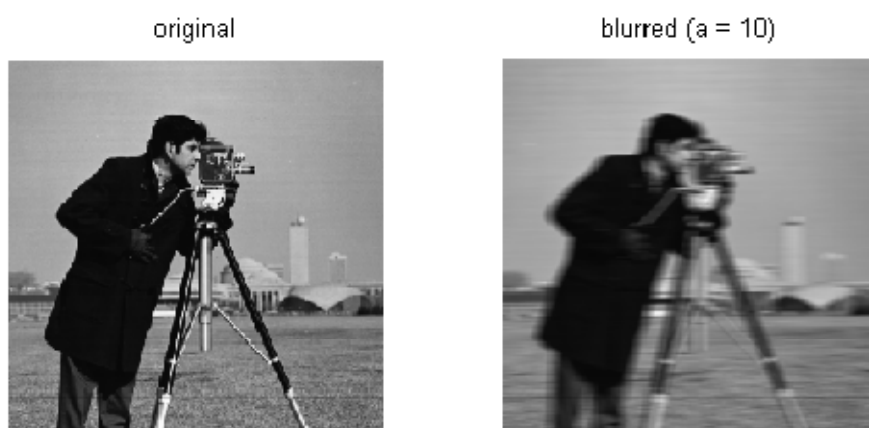
³real

⁴motion blur

چندین تکنیک برای بازیابی کردن تصویر هم اینک وجود دارند، اما هیچ کدام از الگوریتم ها اجازه بازیابی کامل را نمی دهد [10] قسمتی از غیر بهینه بودن نتایج مربوط به تفاوت های جزئی بین مدل های ماتی و ماتی حرکتی مواجه شده در عکس های گرفته شده ی واقعی می باشد. آشکار شدن تفاوت ها و شباهت ها به طور امیدوار کننده ای باعث یک درک بهتر از پدیده ماتی حرکتی و به تبع آن، طراحی الگوریتم های بهتری می شود. در مقاله [1] یک نمونه از تصاویر مصنوعی مات شده در نظر گرفته شده و ظاهر شدن خطوطی در طیف آنها مورد در نظر گرفته می شود.

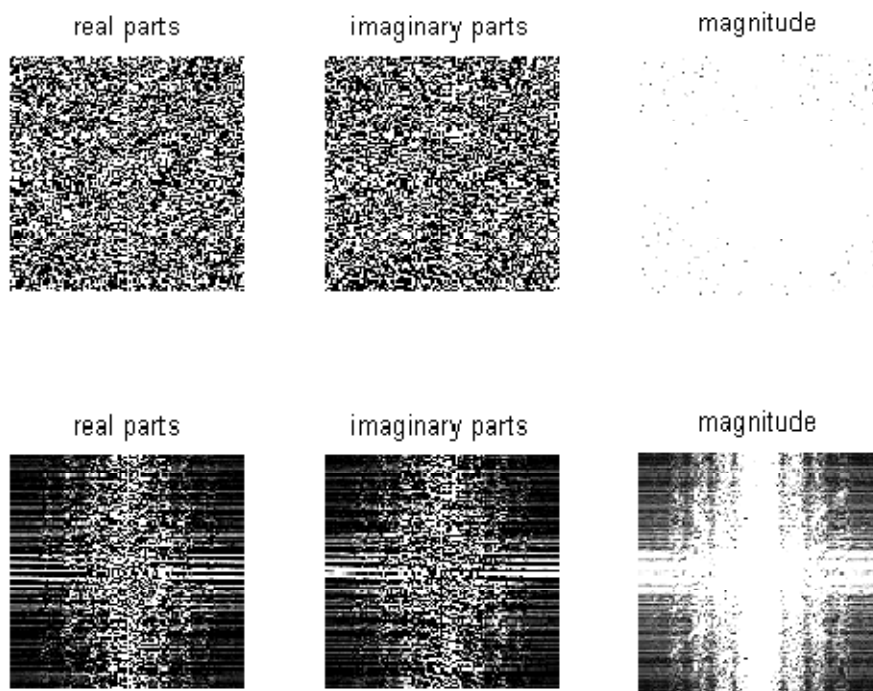
مشاهده ی نتایج آزمایشات :

در این مقاله نگاهی به شکل ۱-۳ که به طور مصنوعی مات شده انداخته شده است: شکل ۱-۳ شکلی مات شده با طول ماتی ۱۰ پیکسل به طور افقی می باشد.



شکل ۱-۳- یک تصویر نمونه در سمت چپ و مات شده آن تصویر با طول ماتی ۱۰ در سمت راست.

اینک طیف هر دو تصویر به وسیله FFT ایجاد شده است و هر دو طیف مقایسه شده اند:



شکل ۳-۲- در ردیف بالا شامل قسمت حقیقی، مجازی و دامنه تبدیل فوریه دو بعدی از تصویر بدون ماتی
و در ردیف پایین شامل قسمت حقیقی، مجازی و دامنه تبدیل فوریه دو بعدی تصویر دارای ماتی با طول ۱۰

ردیف بالا نمایشگر طیف تصویر اصلی است بدون ماتی. طیف ردیف بالا شبیه نویز تصادفی^۱ است و به نظر نمی رسد اطلاعات اضافه شده خاصی در طیف وارد شده باشد. در صورتی که در طیف تصویر مات به طور مشخص تعدادی خط قابل ملاحظه است. این خطوط در طیف دامنه^۲ به بهترین شکل قابل مشاهده هستند، اما در طیف قسمت حقیقی^۳ یا مجازی^۴ به تنهایی هم خود را نشان می دهند.

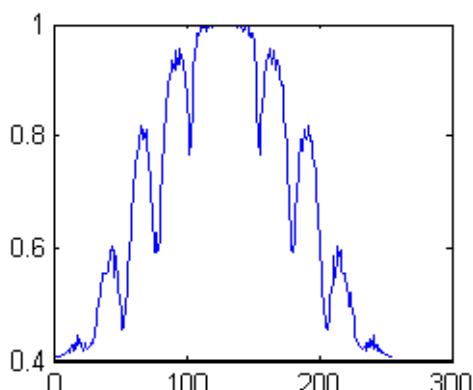
^۱random noise

^۲magnitude spectrum

^۳real parts

^۴imaginary parts

اگر ما مقدار میانگین این خطوط عمودی (مقدار روشنایی این خطوط) را محاسبه کنیم و نتایج را رسم کنیم گراف زیر به دست خواهد آمد:



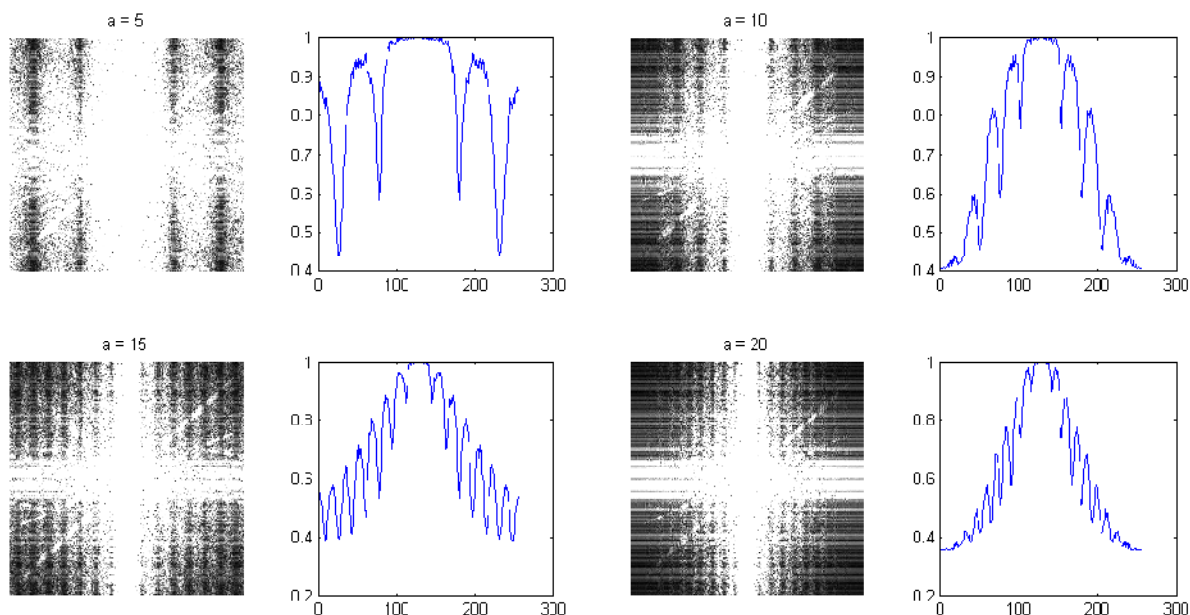
شکل ۳-۳- میانگین شدت روشنایی های روی هر ستون از تبدیل فوریه مات.

که مقدار میانگین شدت روشنایی طیف دامنه در جهت افقی است. که قله های آن نشان دهنده خطوط عمودی در طیف دامنه است. با شمردن تعداد قله ها تعداد ۹ تا پیدا خواهیم کرد. که تقریباً مقدار پارامتر ماتی^۱ است. که تقریباً مقدار پارامتر ماتی است که برای ساخت این تصویر به کار رفته است. اگر قله وسطی را که دو برابر سایر قله ها دارد ۲ تا بشماریم آن وقت به ۱۰ تا قله می رسیم که معادل پارامتر ماتی است که از پیش استفاده شده بود.

اینک به عنوان یک نظریه تعداد قله های موجود در گراف روشنایی طیف یک تصویر ماتی را معادل با پارامتر های بکار رفته در ساخت آن در نظر می گیریم. امتحان می کنیم که آیا برای اندازه های دیگر پارامتر ماتی باز هم مقدار طول ماتی درست را خواهیم یافت؟

^۱blur parameter

شکل ۳-۴ نمودار شدت روشنایی تصاویر مات با پارامترهای متفاوت را نشان می دهد:

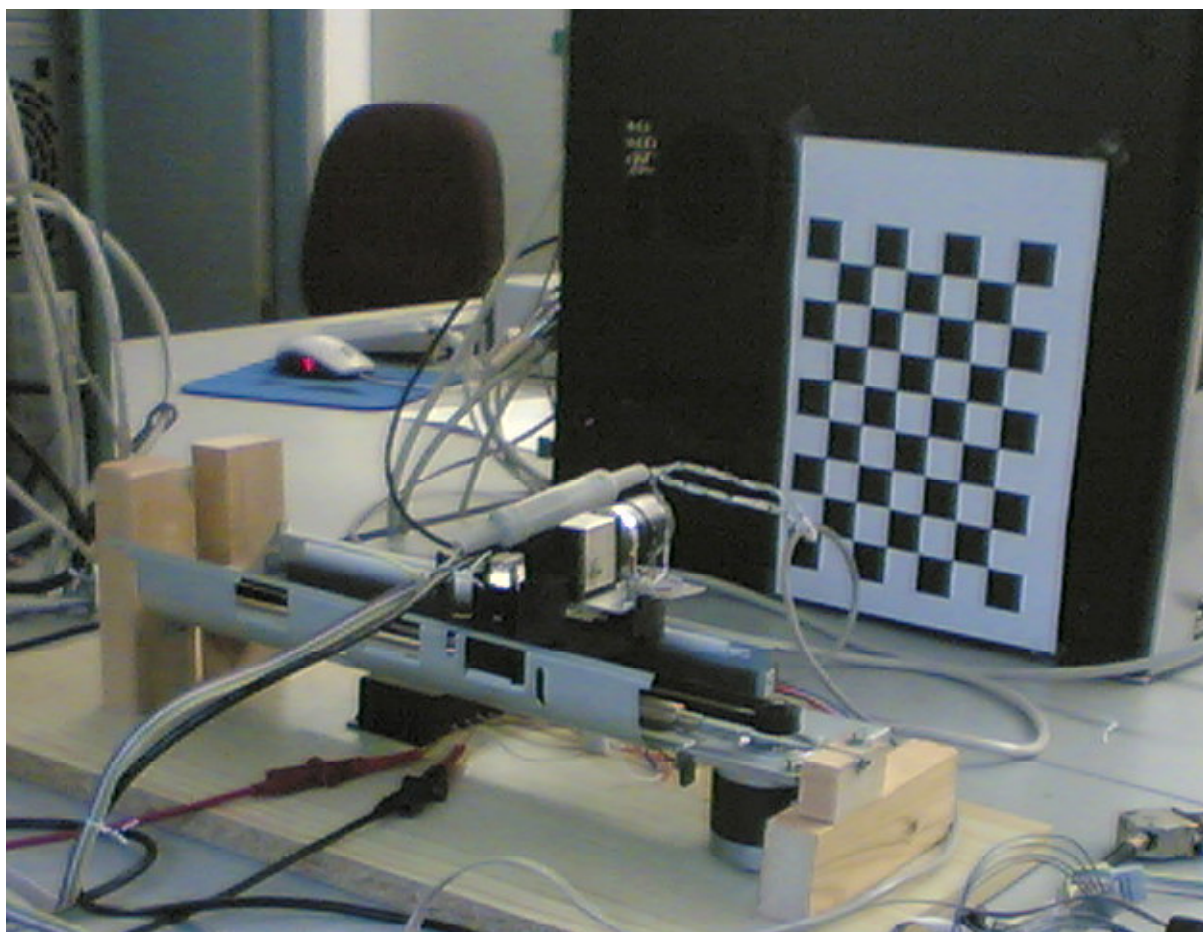


شکل ۳-۴ تبدیل فوری و میانگین مجموع شدت روشنایی ها بر روی هر ستون برای تصاویر مات با طول ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ [1]

با شمارش تعداد قله ها، مقادیری را بدست می آوریم که نزدیک پارامتر ماتی است، اما تا حدود کمی اختلاف وجود دارد. که ممکن است در نتیجه دامنه های کوچک نزدیک انتها باشد. قبل از مطرح کردن این پرسش که چرا این خطوط اتفاق می افتند باید ببینیم که آیا برای تصاویر گرفته شده با دوربین نیز این فرضیه ای که در مورد تصاویر مات مصنوعی وجود داشت دیده خواهد شد؟

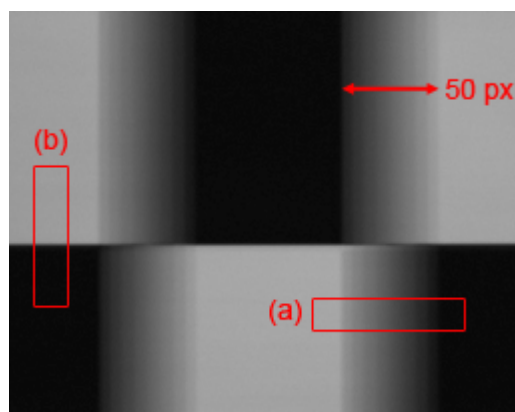
برای این هدف در این مقاله آزمایشی ساخته شده که این امکان را می دهد تصاویری واقعی با جا به جایی معین را ایجاد کنیم. به عبارت دیگر تصاویر مات باید با تصاویر مصنوعی که تحت عنوان ماتی خطی و افقی ایجاد شده اند قابل مقایسه باشند. این قسمت در شکل ۳-۵ نشان داده شده و شامل یک دستگاه دوربین، یک ریل هدایت کننده، یک موتور پله ای می باشد. حمل کننده دوربین با یک شتاب ثابت حرکت داده می شود و دوربین یک عکس با حداقل زمان نور دهی^۱ می گیرد (در حدود ۱۰۰ میلی ثانیه) تا ماتی حرکت معینی در تصویر به وجود آید. با انتخاب یک ساختار شطرنجی به طور ساده تر می توانیم پارامترهای ماتی مرتبط را تخمین بزنیم. به گونه ای پروسه ی عکس برداری قرار گرفته که فرض شده که مسیر حرکت دوربین خطی و یکنواخت در جهت افقی است.

^۱Exposure Time



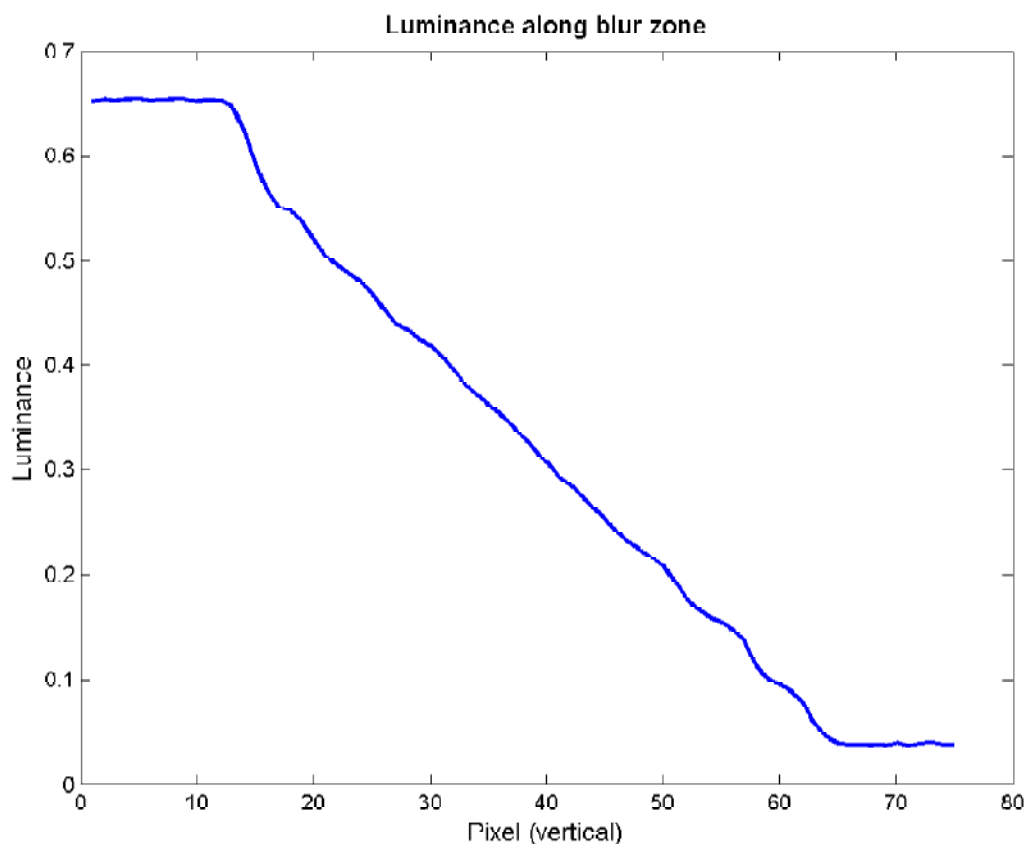
شکل ۳-۵- ایجاد تصویر مات واقعی با کمک یک دستگاه دوربین، یک ریل هدایت کننده، یک موتور پله ای

یک عکس که با این ابزار گرفته شده در شکل ۳-۶ نشان داده شده است.



شکل ۳-۶- تصویر واقعی گرفته شده از یک صفحه ی شطرنجی

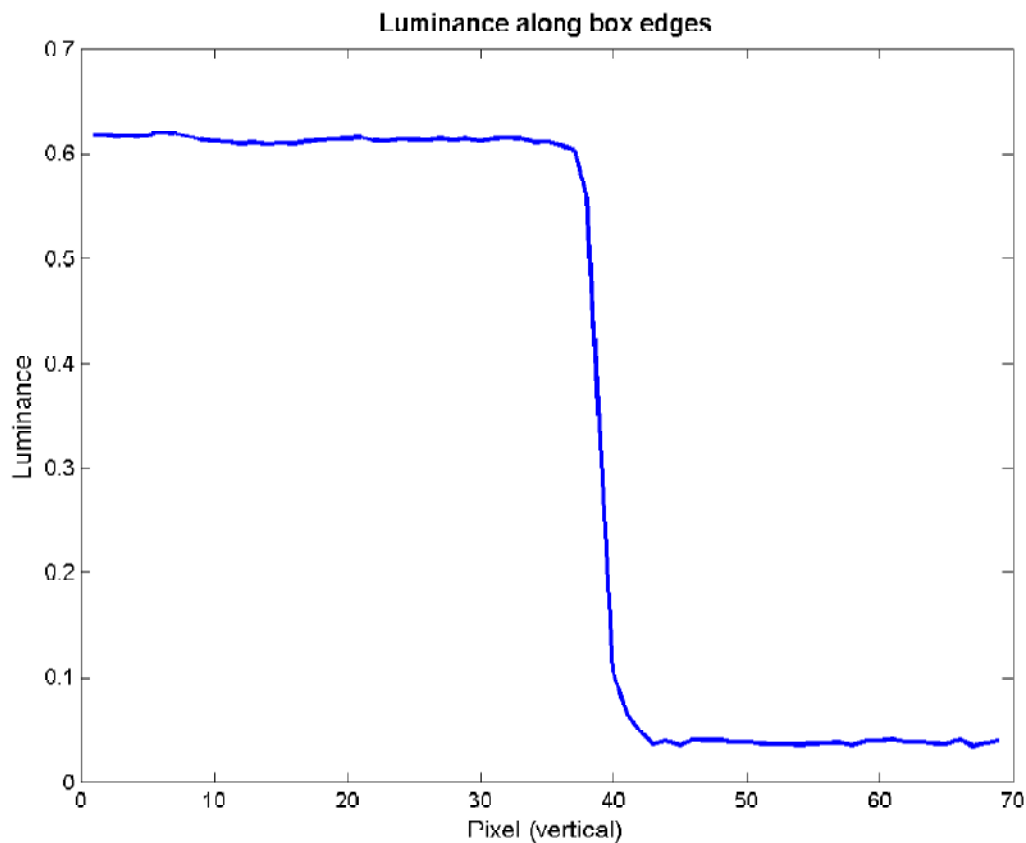
فرض اول با نگاه کردن به نمودار شکل ۳-۷ مورد بررسی قرار می گیرد. این نمودار منعکس کننده روشنایی تصویر است، که در جهتی عرضی با ناحیه مات انتخاب شده است. (مارک شده با a در شکل ۳-۶)



شکل ۳-۷- پروفایل شدت روشنایی با اسکن افقی بر روی تصویر مات واقعی [1]

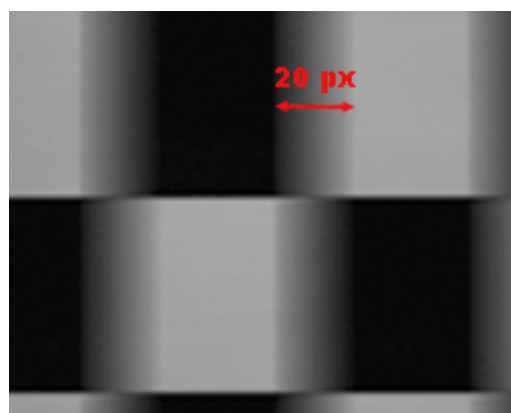
تغییرات منحنی روشنایی خیلی به کاهش خطی نزدیک است. فرض دوم که حرکت تنها در جهت افقی است با گراف روشنایی دوم (ناحیه b) در شکل ۳-۶ مشخص شده و در شکل ۳-۸ آمده است. کاهش روشنایی پله ای شکل یعنی اینکه در مرز بین دو جعبه نداشتن حرکتی در جهت عمودی را اثبات می کند و ما تنها در جهت افقی این تغییرات خطی روشنایی را داشته ایم یعنی مات شدگی فقط در جهت افقی است. اندازه گیری منطقه دارای ماتی در شکل ۳-۷ به ما این اجازه را می دهد که به طور مستقیم طول PSF¹ را اندازه گیری کنیم. (این طول به طور بصری در شکل ۳-۶ قابل ملاحظه است). این طول در واقع همان طول تابع توزیع نقطه می باشد.

¹Point Spread Function

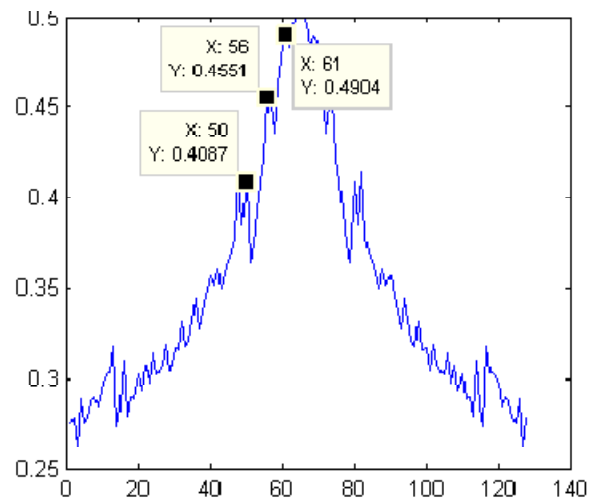
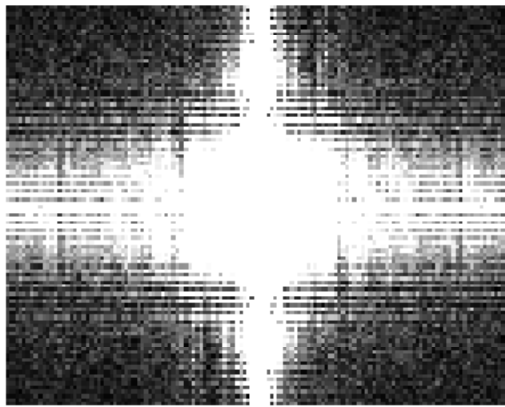


شکل ۳-۸- پروفایل شدت روشنایی با اسکن عمودی (در مسیر B) بر روی تصویر مات واقعی

عکس دیگری که با این ساختار گرفته شده در شکل ۳-۹ نشان داده شده است، برای دیدن اینکه آیا فرض طیف فوریه درست اندازه گیری را در بر می گیرد یا نه. با استفاده از همان تکنیکی که برای تصاویر مصنوعی به کار رفت می توانیم گراف روشنایی را محاسبه کنیم (شکل ۳-۱۰)، واضح است که این گراف نسبت به گراف تصاویر مصنوعی نویز زیادتری داشته باشد.



شکل ۳-۹- تصویر مات واقعی گرفته شده با طول ماتی واقعی ۲۰ پیکسل



شکل ۳-۱۰- تبدیل فوریه و نمودار میانگین شدت روشنایی ها برای تصویر مات واقعی با طول ۲۰

در این مورد دوره تناوب قله ها مورد محاسبه قرار می گیرد، از آنجا که این دوره تناوب در گراف بالا ثابت است، فقط به تعدادی قله برای محاسبه تعداد کل قله ها نیازمند ایم. نقطه های مارک شده یک دوره تناوب بین ۵ و ۶ را نشان می دهد. که با این فرض ۲۱ تا ۲۳ قله خواهیم داشت که تقریباً همان پارامتری است که در شکل ۳-۹ عنوان گردیده است.

(توجه: در مقاله ای که مورد بررسی قرار گرفته است ارائه کننده مقاله الگوریتم خودش را برای تصویر مات با طول ۵۰ استفاده نکرده و فقط برای طول ماتی کوچکتر یعنی ۲۰ اعمال کرده است. این کار او به این دلیل است که الگوریتم پیشنهادی او برای طول ماتی بزرگ دقت کمی دارد چرا که طبق اثبات ریاضی با افزایش طول فاصله بین خطوط در تبدیل فوریه کم می شود و چون ابعاد تصویر گرفته شده ثابت است و این ابعاد اگر بر فاصله ی قله ها نسبت به هم تقسیم گردد تعداد طول ماتی را می دهد و کم شدن فاصله قله ها نسبت به هم در نتیجه افزایش طول ماتی، دقت و تفکیک پذیری طول ماتی تخمین زده شده را پایین می آورد. این ضعف در صورتی که زاویه ماتی نیز مقداری خطا داشته باشد بیشتر نمود پیدا خواهد کرد. در فصل ۵ با ارائه ی یک الگوریتم بهینه شده تا حد ممکن این خطا را کاهش خواهیم داد و تصاویر واقعی از خودروهای در حال حرکت که بالطبع نسبت به این صفحه ی شطرنجی ساده پیچیدگی بالاتری دارد با دقت خوبی تخمین خواهیم زد و الگوریتم پیشنهادی را با این الگوریتم مقایسه خواهیم نمود)

۳-۲-۲- دلیل تئوری :

عمدتاً برای مدل کردن تصاویر دیجیتال فرسایش یافته توسط ماتری حرکتی از یک فیلتر غیر بازگشتی (FIR) استفاده می شود. تصویر اصلی $M \times N$ بدون ماتری f را فرض می کنیم که با کرنل h (PSF) کانالو شده باشد. به علاوه نویز y که در مرحله تصویر برداری تولید شده additive noise را با n مدل می کنیم. بنابر این تصویر ماتری b که با دوربین متحرک عکس برداری می شود توسط رابطه

$$b = h * f + n \quad (۱-۳)$$

مدل می شود. که سمبل $*$ نماینده عملگر پیچش است. ساده ترین فرم PSF شامل دو تابع پله است که یک فیلتر مربعی را اینگونه تعریف می کنند:

$$h = u(0) - u(a) \quad (۲-۳)$$

که a پارامتر ماتری یا به عبارتی طول ناحیه ماتری می باشد. اگر ما مقادیر گسسته PSF را در نظر بگیریم؛ شامل یک سری ضربه ها خواهد شد:

$$h = \sum_{k=0}^a \delta(k) \quad (۳-۳)$$

همچنین می دانیم که پیچش با تابع ضربه، جا به جایی تابع اولیه به اندازه y آرگومان تابع ضربه می باشد. با فرض بدون نویز بودن تابع ماتری می توان به اینصورت نوشت:

$$(۴-۳)$$

$$b = h * f$$

$$= \sum_{k=0}^a \delta(k) * f = f(x, y) + f(x+1, y) + \dots + f(x+a, y) + \sum_{k=0}^a f(x+k, y)$$

واضح است که تصویر حاصله افزایش روشنایی را خواهد داشت که باید توسط فاکتور $\frac{1}{a+1}$ جبران شود که در اینجا به منظور ساده سازی برداشته شده است. از آنجا که ما به طیف تصویر ماتری علاقه مند هستیم از تبدیل فوری (FT) برای دستیابی به این منظور استفاده می کنیم. از آنجا که FT یک عملگر خطی است می توانیم عملگر FT را به داخل جمع جا به جا کنیم.

$$\mathcal{F}\{b\} = \mathcal{F}\{\sum_{k=0}^a f(x+k, y)\} = \sum_{k=0}^a \mathcal{F}\{f(x+k, y)\} \quad (۵-۳)$$

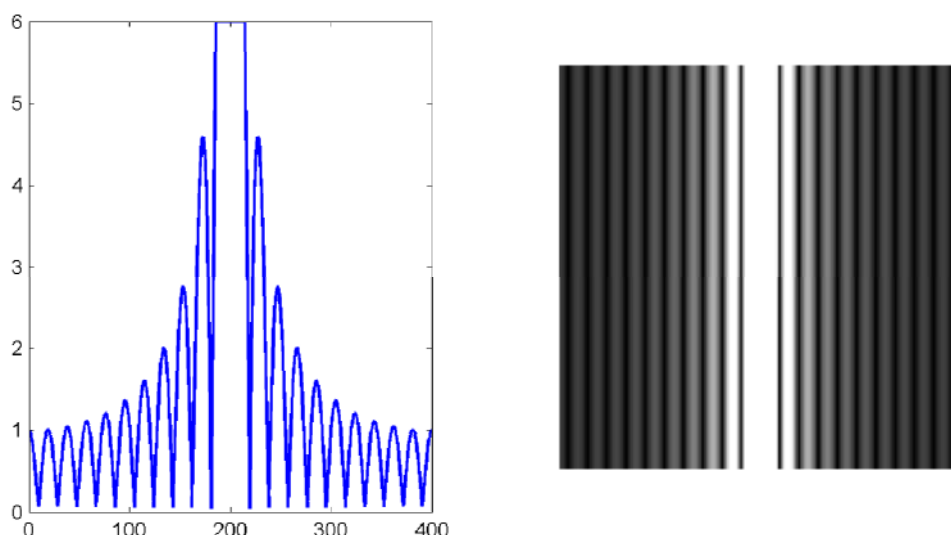
در اینجا اجازه بدهید به یک تصویر جا به جا شده نگاهی بیندازیم. قانون جا به جایی دایره ای این اجازه را به ما می دهد که معادله را به این صورت بنویسیم، که فقط شامل تصویر اصلی می شود که N نماینده طول کلی تصویر است.

$$\mathcal{F}\{f(x+k, y)\} = e^{-j\frac{2\pi k}{N}} \cdot \mathcal{F}\{f(x, y)\} \quad (6-3)$$

اینک دوباره از خواص خطی بودن و عامل خارج شدن از طیف تصویر اصلی استفاده می کنیم:

$$\mathcal{F}\{b\} = \sum_{k=0}^a e^{-j\frac{2\pi k}{N}} \cdot \mathcal{F}\{f(x, y)\} \quad (7-3)$$

با فرض اینکه طیف تصویر بدون ماتی حرکتی فقط شامل نويز های تصادفی است، می توانیم از تاثیر آنها بر روی طیف تصویر مات شده صرف نظر کنیم. رسم کردن مجموع توابع نمایی گرافی را می دهد (شکل ۳-۱۱) که تا حدودی به ساختار قله ها، مانند تصاویر مات واقعی شبیه است.



شکل ۳-۱۱- نمایش تئوریک خطوط موازی ایجاد شده در تبدیل فوری

نمودار به اندازه نصف عرض خود جا به جا شده است، معادل با آنچه که نرم افزار matlab برای محاسبه طیف انجام می دهد. به بیان دیگر گراف ۳-۱۱ ساختاری با خطوط موازی را به لحاظ تئوری در تبدیل فوری تصویر مات اثبات می کند. در اینجا دیدن این خطوط معادل در طیف های واقعی دشوار تر است. اما آنها در صورتی هم که توسط توزیع نويز غیر یکنواخت فراگرفته شده باشند می توانند به طور غالب دیده شوند. از آنجایی که این خطوط می توانند در هر دو طیف مصنوعی و حقیقی دیده شوند می توان استنباط کرد که پیچش یک روش متداول برای مدل کردن ماتی حرکتی است.

۳-۳-۱- روش آقایان لین و لی

در اینجا روش دیگری برای تخمین طول و زاویه ماتی را مورد بررسی قرار می دهیم. این روش در مقاله [3] توسط آقایان **Kun-Jhih Li** و **Huei-Yung Lin** مطرح شده است. ماتی حرکتی نتیجه زمانی است که شاتر^۱ دوربین برای یک دوره ی زمانی باز باقی می ماند و حرکت نسبی ای بین دوربین و شی در این مدت اتفاق می افتد. بیشتر تحقیقات روی برداشتن آن متمرکز هستند. در پیاده سازی ابتدا جهت حرکت باید تعیین گردد و تصویر بر طبق آن یکسو^۲ شود. سپس برای حالت گسسته بدون از دست رفتن کلیت مسئله حرکت را خطی و در جهت افقی در نظر می گیریم. با فرض اینکه k پیکسل جا به جایی در تصویر مات شده وجود دارد داریم :

$$(k + 1)g[i] = \sum_{j=0}^i f[j] + (k - i)fb[i], \quad \text{for } i < k \quad (۸-۳)$$

و

$$(k + 1)g[i] = \sum_{j=0}^k f[i - j], \quad \text{for } i > k \quad (۹-۳)$$

که g تصویر مات شده است، f تصویر ایده آل اصلی، $fb[i]$ مقدار پس زمینه ی نا معین در پیکسل i ام است. بنابراین $g[i]$ با میانگین گیری طبق معادله ۳-۸ یا ۳-۹ برای $i < k$ و $i \geq k$ بدست می آید.

۳-۳-۲ - تخمین پارامترهای ماتی از روشی دیگر

از آنجایی که مدل ماتی حرکتی برای تشخیص سرعت شی (وسیله نقلیه) مورد استفاده قرار می گیرد پارامترهایی که باید تخمین زده شود شامل جهت حرکت، طول حرکت و محل شی قبل از وقوع ماتی حرکتی است. آقایان لین و لی در اینجا سعی و کوششی برای انجام بهترین حالت ممکن برای بازیابی کردن و رسیدن به بهترین تصویر غیر مات ندارند. بلکه هدف فقط پیدا کردن و تخمین پارامترهای ماتی برای محاسبه سرعت جسم متحرک است

¹Shutter

²will be rectified

این پارامترهای تخمین زده شده می توانند با متدهای زدودن ماتی مانند wiener filter [30] برای بدست آوردن بهترین تصویر غیر مات به کار رود. برای تخمین پارامترهای ماتی، شی متحرک از پس زمینه ی ساکن جدا می شود و پارامترهای ماتی از این منطقه بخش بندی شده تخمین زده می شود. اولین قدم تعیین جهت حرکت نسبت به محور افقی تصویر است. چنانچه در [9] نشان داده شده کیفیت و تفکیک پذیری تصویر در نتیجه رخ دادن حرکت، بیشتر در جهتی که حرکت ایجاد شده کاهش می یابد.

یک تقریب گسسته از مشتق در جهت θ نسبت به جهت مثبت محور افقی عبارت است از :

$$\Delta f(i,j)[\theta \text{ degrees}] = f(i',j') - f(i,j) \quad (10-3)$$

که $f(i',j')$ یک پیکسل در جهت θ درجه از پیکسل $f(i,j)$ است و شدت روشنایی آن می تواند از روی پیکسل های مجاور با استفاده از درون یابی دو خطی^۱ تقریب زده شود. آنگاه، مشتق تصویر در جهت این مسیر به این صورت نوشته می شود:

$$\begin{aligned} \Delta f(i,j)[\theta \text{ degrees}] = & (1 - \tan(\theta))f(i+1,j) \\ & + \tan(\theta)f(i+1,j+1) - f(j,j) \end{aligned} \quad (11-3)$$

برای $\theta \in [0, -45]$ مشابه با جهت مثبت محور افقی است. بنابراین جهت حرکت θ ، نسبت به محور افقی با اندازه گرفتن جهتی که روشنایی کل تصویر مشتق حداقل می شود و M, N شماره تعداد ردیف ها و ستون های تصویر هستند تعیین می شود.

$$(12-3)$$

$$\sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^{N-1} |\Delta f(i,j) [\theta \text{ degrees}]|$$

در [3] عنوان شده که فرض کنید که جهت تخمین زده شده θ درجه از محور افقی است، پس ما تصویر را نسبت به زاویه θ یکسو می کنیم، برای ساختن تصویر جدید با جسم در حال حرکت در طول جهت افقی.

^۱ bilinar

برای به وجود آوردن یکسری تصویر مات با طول های ماتی مختلف از رابطه (۸-۳) و (۹-۳) استفاده می شود. سپس با محاسبه مجموع لاپلاسین اصلاح شده، تصویری که بیشترین تطبیق را دارد انتخاب می گردد و تعداد پیکسل ماتی آن تصویر معادل طول ماتی انتخاب می شود.

ماتی حرکتی وقتی ایجاد می شود که شی متحرک نسبت به زمان شاتر^۱ دوربین سریع باشد. و در اینجا برای طرح های ترافیکی یک روش برای تخمین سرعت از روی یک عکس ساکن ارائه شده است. برای حالت خاصی که همه ی پیکسل های پس زمینه مشابه هستند یعنی $fb[i] = A$ و برای همه i ها داریم:

(۱۳-۳)

$$g[i] = \begin{cases} \frac{1}{K+1}(\sum_{j=0}^i f[j] + (K-i)A), & \text{for } i < K \\ \frac{1}{K+1} \sum_{j=0}^K f[i-j], & \text{for } i \geq K \end{cases}$$

معادله بالا می تواند برای بازیابی f از g مورد استفاده قرار گیرد و نتیجه بدست آمده چنین است:

(۱۴-۳)

$$f[i] = (K+1)(g[i] - g[i-1]) + A, \text{ for } k < K \quad (10)$$

و

(۱۵-۳)

$$f[i] = (K+1)g[i] - (f[i-1] + \dots + f[i-K]), \\ \text{for } k \geq K \quad (11)$$

که $f[i]$ به طریق بازگشتی قابل حل است. بنابراین در صورتی که تعداد پیکسل های جا به جا شده و شدت روشنایی پس زمینه مشخص باشد تصویر ایده آل به طور کامل قابل بازیابی است.

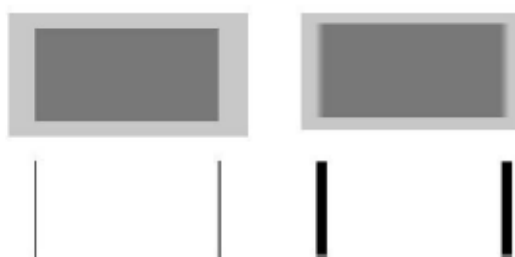
۳-۳-۳- تخمین جهت حرکت:

برای اکثر موارد جهت حرکت وسیله نقلیه موازی خط اسکن افقی تصویر است. برای تخمین جهت حرکت وسیله نقلیه در تصویر از یک روشی مثل [8] Yitzhaky et al's استفاده می کنیم. از آنجا که برای حرکت خطی تاثیر ماتی عمدتاً در جهت حرکت اتفاق می افتد شدت روشنایی ترکیبات فرکانس بالا در این مسیر کاهش می یابد. برای تخمین طول وسیله نقلیه تصویر مات ابتدا باید یکسو شوند مطابق با جهت

^۱shutter

حرکت وسیله نقلیه تا تصویر مات جدیدی با جهت حرکت افقی به دست آید. برای اجتناب از خطای انتشار یافته توسط فرایند نمونه برداری مجدد، تصویر در صورتی یکسو می شود که زاویه بین جهت حرکت و خطهای اسکن تصویر افقی به هنگام پیاده سازی از ۵ درجه بیشتر باشد. به خوبی مشخص است که پاسخ لبه مات به همان آشکار ساز لبه یک ناحیه وسیع تری را شامل می شود.

همانطور که در شکل ۳-۱۱ نشان داده شده است برای ماتی حرکتی ای که توسط حرکت یک شی در مقابل زمینه ی ثابت ایجاد شده نتایج تشخیص لبه می تواند برای تخمین طول ماتی حرکتی به کار رود.[4]



شکل ۳-۱۲- برای ماتی ناشی از حرکت یک شی متحرک در مقابل زمینه ثابت، نتایج تشخیص لبه می تواند برای تخمین طول ماتی به کار رود.

و واضح است که در حالت ایده آل طول ماتی در سمت راست و چپ شی متحرک در حالت ایده آل یکسان است. برای محاسبه کردن طول ماتی (در جهت افقی)، یک زیر تصویر شامل شی متحرک در ابتدا بیرون کشیده می شود از تصویر اول. به شکل ۳-۱۲ نگاه کنید



Figure 2: Blur length estimation (the real scene)

شکل ۳-۱۳- یک تصویر با ماتی واقعی و نتیجه اعمال آشکار ساز لبه سوبل بر روی آن

آشکار ساز لبه سوبل بر روی جزئی از تصویر اعمال می شود. برای پیدا کردن عرض سمت چپ و راست ناحیه مات. در حالت ایده آل، باید دو لبه با عرض یکسان (که معادل با ماتی نسبی سمت چپ و راست ناحیه ماتی حرکتی است.) برای هر خط اسکن از تصویر داشته باشیم.

بنابراین با یافتن مد عرض لبه در تصویر، طول ماتی می تواند معادل با عرض لبه به دست آید. برای پیدا کردن طول برای صحنه های واقعی، تغییرات روشنایی داخل ناحیه شی باید نادیده لحاظ شود. برای یک تصویر دارای ماتی حرکتی که شامل یک شی متحرک است که جلوی یک صحنه ی ثابت حرکت می کند، پارامترهایی که باید تخمین زده شوند، موقعیت ابتدایی و طول ماتی نسبی سرتاسر جهت حرکت است. از آنجایی که ماتی نسبی همیشه در جلو و عقب وسیله نقلیه اتفاق می افتد، تقارن موجود در گسترش ماتی به ما کمک می کند که نواحی نادرست ماتی حرکتی را تشخیص دهیم و حذف کنیم.

همچنین تخمین پارامترهای ماتی، در خط اسکنی که کمترین تغییرات را دارد انجام می دهیم. برای کاربرد تشخیص وسیله نقلیه ، این ناحیه تصویر معمولاً معادل با قسمت بالای خودرو است ؛ که در مقابل آسمان آبی قرار می گیرد.

۳-۴-۳- زدودن ماتی :

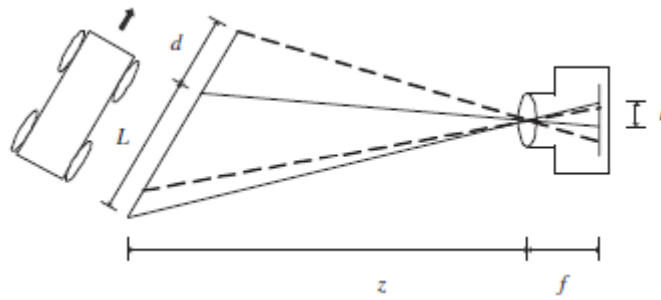
برای بدست آوردن بهترین تصویر بازیابی و دقیق ترین پارامتر ماتی، یک دنباله از تصاویر با مقادیر متفاوتی از طول ماتی ایجاد می شوند که از بخش قبل نتیجه می شوند. به عنوان نمونه ۵ تصویر با طول ماتی حرکتی $k-2$ تا $k+2$ پیکسل ایجاد می شود.

سپس مناسب ترین تصویر و طول مربوطه توسط محاسبه مجموع لاپلاسین اصلاح شده بر روی تصویر انتخاب می شود. [12] برای حذف اثر رینگینگ که توسط الگوریتم بازیابی به وجود می آید لازم است که این الگوریتم فقط روی ناحیه شی انجام گیرد. برای اینکار باید در ابتدا ناحیه شی از پس زمینه جدا شود. بازیابی تصویر فقط روی این ناحیه انجام گیرد و سپس کل پس زمینه پوشش داده شود.

تصویر بازیابی شده نه تنها شی را تعیین می کند بلکه همچنین اطلاعاتی را که برای بدست آوردن پارامترهای محیط بدست می آید را خواهد داد.

۳-۴-۳- روش دیگری از آقای لین :

در مقاله [2] توسط Huei-Yung Lin آمده است : اگر ما از یک جسم متحرک مثل زیر عکس بگیریم داریم :

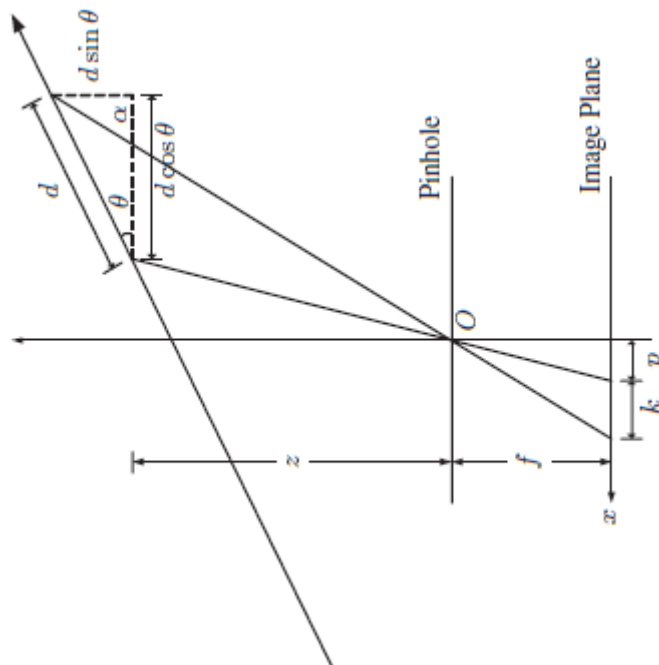


شکل ۳-۱۴- یک دوربین ثابت در حال عکس گرفتن از جسم متحرک

که d جابجایی خودرو است در زمان T ثانیه که همان زمان شاتر دوربین است که تنظیم و اندازه آن به دست ما خواهد بود. اگر ما جا به جایی d را بدست آوریم و بر T ای که داریم تقسیم کنیم سرعت را خواهیم داشت چرا که :

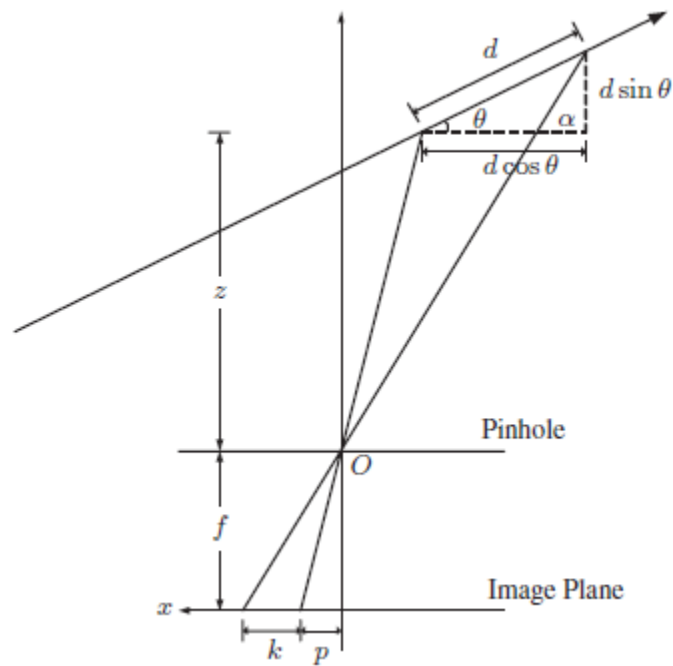
$$v = \frac{d}{T} \quad (۳-۱۶)$$

با کمی دقت در شکل متوجه می شویم این جابجایی بر روی دوربین تاثیر می گذارد. با کمک تشابه مثلث ها می توانیم به طور دقیق رابطه آنها را پیدا کنیم



شکل ۳-۱۵- صفحه ی دوربین با جسم در حال حرکت زاویه θ ساخته است

اگر شکل قبل را بچرخانیم خواهیم داشت :



شکل ۳-۱۶- چرخش یافته شکل قبلی

که دو مثلث متشابه خواهیم داشت.

$$\frac{\alpha}{p+k} = \frac{d \sin \theta}{f} \quad (۱۷-۳)$$

$$\frac{d \cos \theta - \alpha}{k} = \frac{z}{f}$$

با حذف α داریم

$$(۱۸-۳)$$

$$d = \frac{z k}{f \cos \theta - (p+k) \sin \theta}$$

$$(۱۹-۳)$$

$$v = \frac{d}{T} = \frac{z k S_x}{T [f \cos \theta - S_x (p+k) \sin \theta]}$$

که P موقعیت آغازین شی متحرک در صفحه ی تصویر ، K طول جابجایی در تصویر (بر حسب پیکسل)، Z فاصله بین شی و دوربین در جهت موازی با محور عدسی ، F فاصله کانونی دوربین ، T مدت زمان نور دهی دوربین (زمان بین باز و بسته شدن شاتر دوربین) S_x اندازه هر پیکسل CCD در جهت افقی و θ زاویه

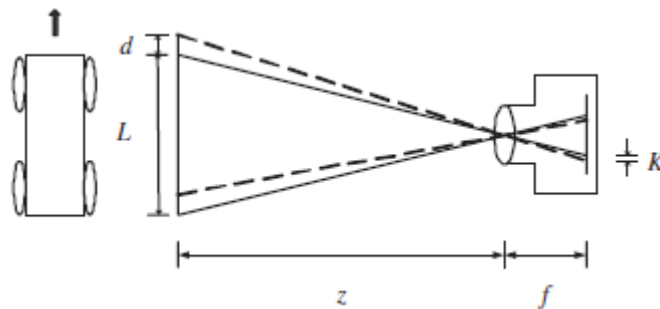
بین جهت حرکت شی و صفحه ی تصویر است .

$$v = \frac{z k S_x}{T f \cos \theta \left[1 - \frac{S_x}{f} (p+k) \tan \theta \right]} \quad (20-3)$$

که اگر $S_x \gg f$ باشد و θ کمتر از ۴۵ درجه باشد

$$v = \frac{z k S_x}{T f \cos \theta} \quad (21-3)$$

که f و S_x پارامترهای دوربین هستند و T همان سرعت شاتر قابل تنظیم است. و برای حالت خاصی که حرکت شی موازی با صفحه تصویر است داریم



شکل ۳-۱۷- حالتی که جهت حرکت جسم موازی با صفحه ی تصویر دوربین است

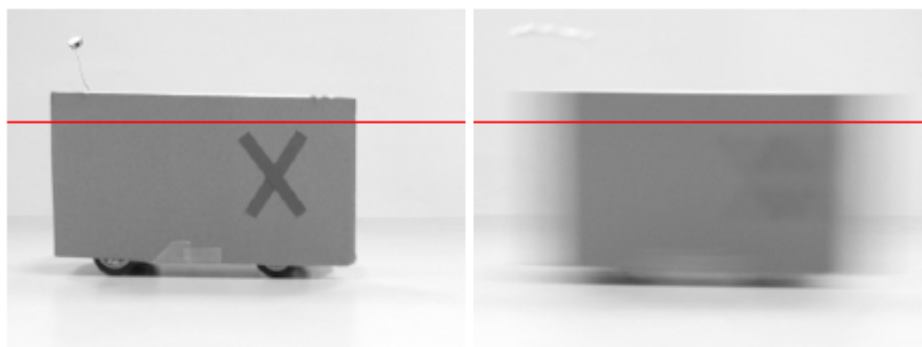
$$v = \frac{z k S_x}{T f} \quad (22-3)$$

یعنی با داشتن طول جا به جایی در تصویر K و زاویه بین حرکت شی و صفحه ی تصویر θ و زمان نور دهی دوربین می توان سرعت شیء متحرک مات شده را تعیین کرد. تعیین سرعت از روی تصویر مات شده بسیار جدید می باشد. دو روش برای بیرون کشیدن پارامترهای ماتی به کار رفته است، یکی بیرون کشیدن این پارامترها از روی خود تصویر و دومی که روشی جدید تر هست این دو مشخصه را از روی حوزه فرکانس بیرون می کشد.

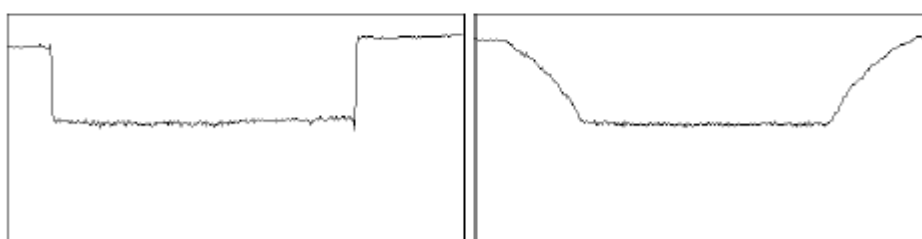
روش اول :

- بیرون کشیدن طول ماتی از روی پروفایل روشنایی :

با انتخاب پروفایل روشنایی متناظر در میان خط اسکن مشخص شده^۱ با رنگ قرمز به شکل ۳-۱۸ می رسمیم که برای هر دو تصویر بدون ماتی و مات شده، آورده شده است.



(a) The images with static and moving objects.



(b) The corresponding intensity profile along the highlighted scanlines.

شکل ۳-۱۸- استفاده از شدت روشنایی برای تخمین طول ماتی

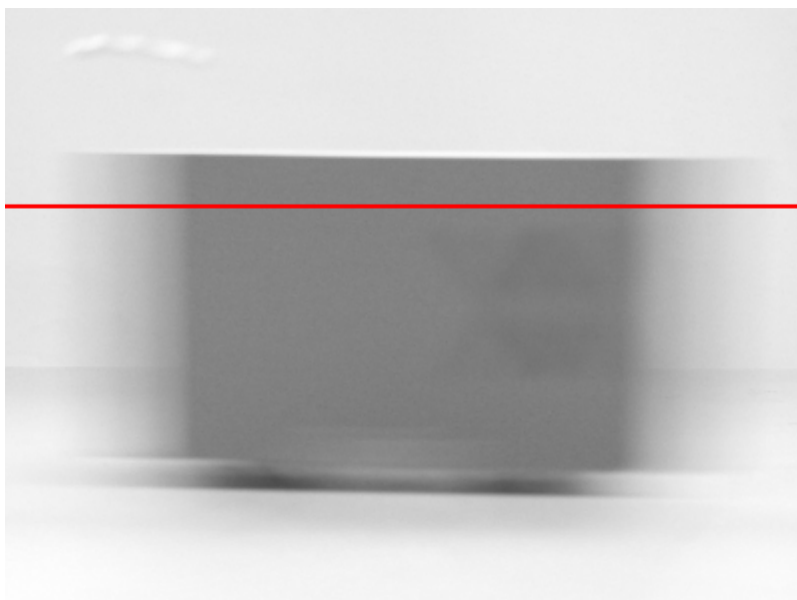
در تصویر بدون ماتی^۲ لبه پروفایل تیز است که این بدین خاطر است که لبه تصویر بدون حرکت مانده است. در تصویر ماتی این لبه با تغییری ملایم از پس زمینه جدا می گردد. وسط این تغییر شیب را به عنوان مرز اصلی در نظر می گیریم و فاصله آن تا سطح پس زمینه به عنوان طول جابجایی تصویر در نظر می گیرند. در مقاله [2] و [5] راه جدیدی ارائه شده که با توجه به حوزه فرکانس پارامترهای ماتی (طول و جهت) را بیرون می کشد.

ایده اصلی در اندازه گیری سرعت همان روابط بالا می باشد. پارامتری را که ما باید در اینجا بدست آوریم مقدار K و θ از روی تصاویر مات شده است. K همان طول جابجایی جسم در تصویر است که در واقع همان طول مات شدگی می باشد.

در مقاله ی [2] این طول را به وسیله پروفایل تصویر بدست می آورد. به این صورت که با انتخاب یک خط افقی به عنوان خط جاروب در امتداد مسیری که هم شامل پس زمینه ثابت باشد و هم شامل پیش زمینه مات شده شدت روشنایی را ترسیم می کند.

^۱Highlight

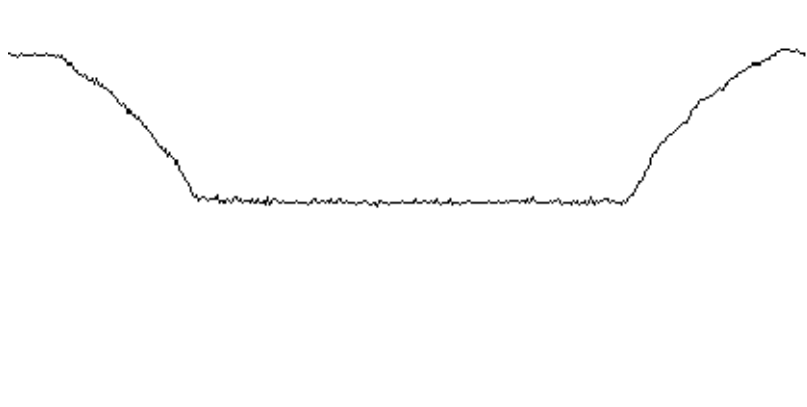
^۲sharp



شکل ۳-۱۹- انتخاب یک خط اسکن قرمز مناسب برای رسم نمودار شدت روشنایی

که خط قرمز مشخص شده در شکل ۳-۱۹، امتدادی است که برای پروفایل^۱ تصویر انتخاب شده است. در این تصویر شدت روشنایی پس زمینه بالا است، با حرکت به سمت جسم متحرک که کدرتر است انتظار داریم که شدت روشنایی عدد های پایین تر را نمایش دهد.

نتیجه ای که با پروفایل گیری از متلب بدست می آید در شکل ۳-۲۰ آمده است :

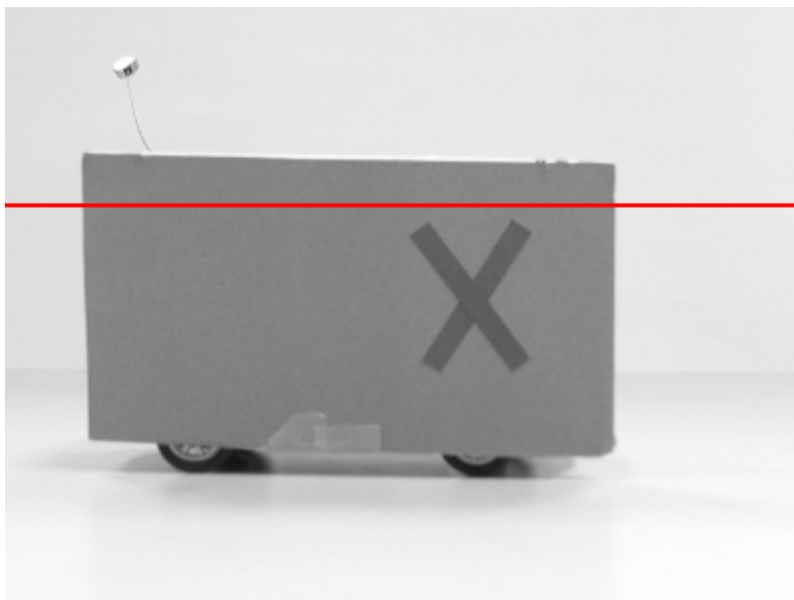


شکل ۳-۲۰- پروفایل روشنایی بدست آمده در جهت خطوط قرمز شکل قبل، با استفاده از نرم افزار متلب

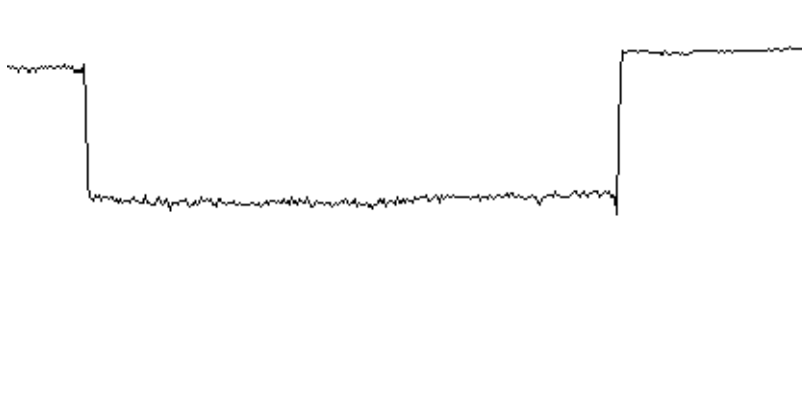
محدوده بین پیش زمینه^۲ و پس زمینه^۱ خالص، با شیب ملایمی به هم متصل شده است.

^۱profile
^۲foreground

حال اگر یک تصویر داشته باشیم که در آن پیش زمینه هم ثابت باشد، مانند شکل ۳-۲۱ انتظار داریم که پروفایل حاصل یکنواخت تری را داشته باشیم که در شکل ۳-۲۲ رسم شده است :



شکل ۳-۲۱- یک شی ساکن که می خواهیم پروفایل روشنایی آن را رسم کنیم



شکل ۳-۲۲- پروفایل شدت روشنایی یک جسم ساکن

که پروفایل روشنایی آن با متلب نشان می دهد که نداشتن ماتی سبب تیز شدن تغییرات بین پس زمینه و پیش زمینه می گردد. پس در مواقعی که شدت روشنایی بین شی با پس زمینه آن متمایز باشد تغییرات تدریجی بین دو ناحیه با اندازه ماتی متناسب خواهد بود. پس با استفاده از لبه ی شیب دار^۲ به وجود آمده در پروفایل روشنایی می توان موقعیت ابتدایی و انتهایی ماتی جزئی را تعیین نمود. در واقع ما باید بتوانیم

^۳background
^۱ramp

لبه های موجود در شکل را تشخیص بدهیم. برای نیرومند کردن این الگوریتم تحت نویز و مدل تصویری غیر ایده آل، تغییرات گرادیانی برای تقریب لبه شی مورد استفاده قرار می گیرد. از آنجایی که ماتی حرکتی در پشت و جلو وسیله نقلیه اتفاق می افتد تقارن موجود می تواند به ما تشخیص لبه ی نادرست کمک کند.

۳-۵- روش آقایان غلامعلی رضایی راد و جواد محمدی:

در مقاله ی [5] که به نوعی ادامه مقاله [2] می باشد ، آقایان رضایی راد و محمدی با استفاده کردن از تبدیل رادن به تخمین زدن دقیق تر زاویه پرداخته اند که این روش قادر خواهد بود با دقت بالاتری مقدار درست زاویه را تخمین بزند و در نتیجه دقت اندازه گیری سرعت بالاتر خواهد رفت.

در این مقاله با آوردن مدل خطی ماتی حرکتی که همان پیچش خطی است به صورت زیر تصویر مات را مدلسازی کرده است.

$$g(x, y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} h(x, \alpha, y, \beta) f(\alpha, \beta) d\alpha d\beta \quad (23-3)$$

که $h(x, \alpha, y, \beta)$ تابع توزیع نقطه ی خطی است. $f(x, y)$ تصویر ایده آل است. و $g(x, y)$ تصویر مشاهده شده است. و حرکت یکنواخت خطی در جهت افقی که از نظر فضایی تغییر ناپذیر باشد تابع توزیع نقطه ای آن به صورت زیر در خواهد آمد.

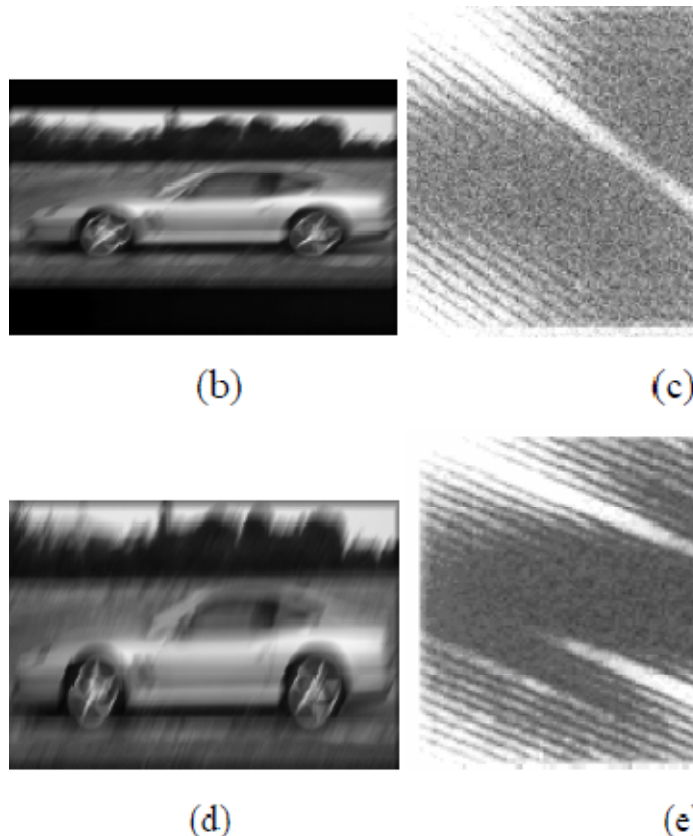
$$h(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{L} & \text{if } \sqrt{x^2 + y^2} \leq \frac{L}{2}, \frac{x}{y} = -\tan\varphi \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (24-3)$$

و طبق فرمول بالا تابع توزیع نقطه به دو عامل طول و جهت وابسته است. پاسخ فرکانسی h یک تابع سینک است. بنابراین در حوزه فرکانس خطهای موازی ای با مقادیر ی بسیار کم نزدیک به صفر ظاهر می شوند. که نزدیک صفر بودن در تصویر یعنی شدت روشنایی نزدیک به صفر که همان خطوط تیره است. اگر شکل زیر را داشته باشیم



شکل ۳-۲۳- تصویر اولیه یک خودرو بدون حرکت

سپس آن را مات کرده، تبدیل فوریه بگیریم:



شکل ۳-۲۴-ردیف بالا تصویر مصنوعی از تصویر اولیه قبلی با طول ماتی ۳۰ و زاویه ۴۵ درجه و تبدیل فوریه آن است و ردیف پایین مات شده مصنوعی تصویر اولیه با طول ماتی ۳۰ و زاویه ۶۰ درجه و تبدیل فوریه آن.

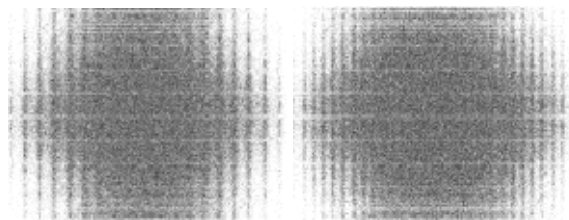
با توجه به پارامترهای ماتی یکسری خطوط به صورت شکل های بالا خواهیم داشت.

برای تخمین پارامترهای ماتی و استفاده از آنها برای تخمین سرعت وسیله نقلیه باید بتوانیم جهت حرکت و طول ماتی را از داخل بیرون کشیده شود و این پارامترها نه تنها برای تعیین سرعت وسیله نقلیه بلکه زدودن ماتی از تصاویر دریافتی نیز کاربرد خواهد داشت. برای اکثر موارد جهت حرکت موازی با خطهای افقی اسکن تصویر است.

اما اگر جهت حرکت افقی نباشد با کمک تبدیل رادن می توان جهت آن را تعیین نمود به این صورت که ابتدا از تصویر تبدیل فوریه گرفت و سپس تبدیل فوریه را که به صورت یک سری خطوط موازی است به عنوان ورودی به تبدیل رادن داد. انتگرال رادن برای زاویه های مختلف مقادیر مختلفی خواهد داد و برای زاویه خطوط این مقدار ماکزیمم مقدار خود خواهد شد. با بدست آوردن مقادیر ماکزیمم نسبی می توان زاویه های درون تصویر را بیرون کشید. و چون تمام خطوط موازی هستند و فقط فاصله آنها از مبدا متفاوت است طبق تئوری گفته شده در فصل قبل، تبدیل رادن آنها به صورت نقاطی با مختصات زاویه یکسان و مختصات طول های متفاوت خواهد شد.

در حقیقت این مقاله ادعا دارد که تبدیل رادن دقت تخمین زاویه را نسبت به روشهایی که در قبل استفاده می شد بهبود خواهد داد و مناسب ترین روش برای تخمین زاویه می باشد. و در سرآغاز مقاله ادعا کرده که این تبدیل در نهایت تخمین سرعت را بین ۳۰ تا ۵۰ درصد بهبود خواهد داد.

سپس برای تخمین طول ابتدا تصویر ورودی را یکسو کرده و سپس بیان داشته که این طول با فاصله نسبت عکس دارد. هرچه طول ماتی زیاد تر شود این خطوط به هم نزدیک تر خواهند گردید.



شکل ۳-۲۵ تبدیل فوریه برای طول ماتی ۲۰ و ۳۰ پیکسل

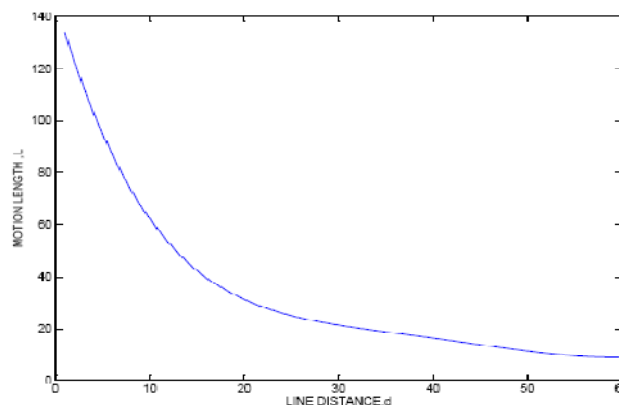
برای طول ۲۰ این فاصله ۳۲ بوده و برای ۳۰ این فاصله به ۲۱ رسیده و شکل فشرده تر شده است و عنوان کرده که طول با فاصله نسبت عکس دارد

$$L \propto \frac{1}{d} \quad (۲۵-۳)$$

سپس با بررسی طول های مختلف و فاصله های مختلف یک الگوریتمی را ترتیب داده و با یک چند جمله ای از درجه ۵ طول را به فاصله مرتبط ساخته و ضرایب را هم استخراج کرده و در جدول قرار داده است.

$$L(d) = p_5 d^5 + p_4 d^4 + p_3 d^3 + p_2 d^2 + p_1 d + p_0 \quad (۲۶-۳)$$

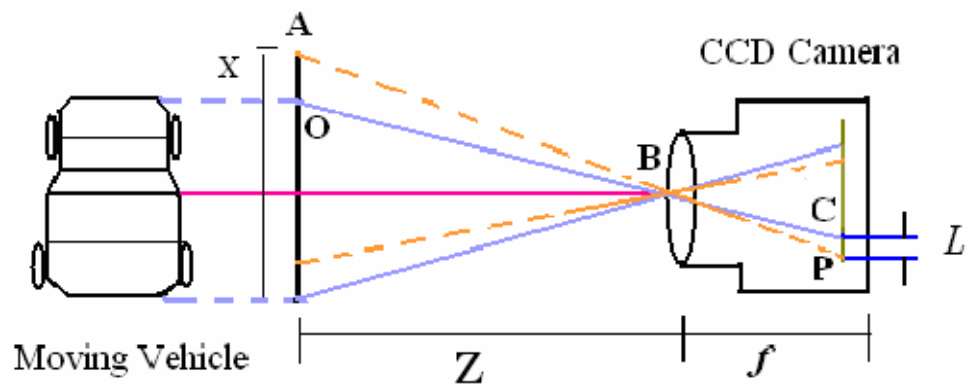
که شکل آن به صورت زیر است:



P_1	P_2	P_3
-3.3632e-7	9.8061e-5	-0.0103
P_4	P_5	P_6
0.5105	-12.5511	146.0971

شکل ۳-۲۶- ضرایب تخمین زده شده برای معادله بالا

و سپس مانند مقاله های [3],[4],[2] با توجه به تشابه مثلث ها و پارامترهای دوربین رابطه طول ماتی با سرعت را نوشته است.



شکل ۳-۲۷- استفاده از تشابه مثلث ها برای تخمین سرعت

فصل چهارم

روش پیشنهادی

۴-۱-روش پیشنهادی:

ماتی حرکتی یکی از متداول ترین نمونه های کم کردن و افت کیفیت تصویر برداری است. بازگرداندن چنین تصویری به شدت به دقت تخمین پارامترهای ماتی مرتبط است. در این گزارش، ما یک روش جدیدی را براساس ترکیب تبدیل رادن و تبدیل فوریه تصویر، یک رابطه بازگشتی ارائه کرده ایم که به وسیله آن بتوانیم طول و جهت ماتی حرکتی را تعیین کنیم.

مهمترین مزیت این روش در تخمین بسیار دقیق زاویه ماتی است که در نتیجه انتخاب مناسب ترین زاویه می توانیم مناسب ترین یکسو سازی تصویر را برای تخمین طول داشته باشیم. که این زاویه دقیق تخمین زده شده به نوبه ی خود طول دقیق تری را هم برای ما تخمین خواهد زد.

این روش برای تصاویر مرجع موجود در زمینه ی ماتی با زوایای مختلف و طول های مختلف ماتی تست شده است. در اینجا ما قصد داریم روشهای گذشته را مورد بررسی و پیاده سازی قرار دهیم و در نهایت روشی را ارائه دهیم که به گونه ای کاملاً مشهود دقت تخمین زاویه و در نتیجه طول ماتی را بهبود می بخشد.

۴-۲-تخمین پارامترهای ماتی:

در مرحله ی اول تصویر را بخش بندی می کنیم و ناحیه ای را که شی متحرک در آن قرار دارد را تشخیص می دهیم. باید توجه داشت که این بخش بندی کردن هم در دقت تعیین زاویه و طول ماتی موثر است. که این موضوع در مقالات قبلی چندان مورد اشاره قرار نگرفته است و اثرات انتخاب بخش بندی هایی با اندازه های مختلف در تغییر نتیجه نهایی عنوان نشده است.

کلاً در عکسی که شامل ماتی حرکتی است سه ناحیه خواهیم داشت. ناحیه بدون ماتی، ناحیه با ماتی نسبی که مرز بین شی متحرک و زمینه ساکن است و شدت روشنایی پس زمینه ساکن و جسم متحرک هر دو در ایجاد آن دخیل هستند و منطقه با ماتی کامل که فقط شامل شی متحرک است.

اگر ما منطقه ماتی کامل را بهتر تشخیص بدهیم جواب بهتری خواهیم گرفت. حتی اندازه ای که به عنوان نمونه گیری از این ناحیه ماتی کامل انتخاب می کنیم در دقت تعیین زاویه با کمک تبدیل رادن نقش خواهد داشت و این مورد را در ادامه بیشتر مورد بررسی قرار خواهیم داد.

سپس از تصویر انتخاب شده تبدیل فوریه می گیریم. سپس این تبدیل فوریه را در متلب با دستور `fftshift` به مرکز انتقال می دهیم. این کار برای ما یک مزیت بزرگ خواهد داشت که در ادامه عنوان خواهد شد. سپس دامنه این تبدیل فوریه را می گیریم که نسبت به قسمت حقیقی و موهومی اطلاعات بهتری را به ما

خواهد داد. سپس برای برجسته تر کردن و متمایز تر کردن نقاط با فرکانس بالا و پایین تصویر از این دامنه لگاریتم می گیریم. سپس از شکل تبدیل رادن گرفته و آن را رسم می کنیم.

از روی سطح رسم شده تبدیل رادن مقدار ماکزیمم آن را پیدا می کنیم و زاویه ای که در آن این مقدار اتفاق افتاده را بدست می آوریم. به عنوان مثال تصویر اولیه ما خودرویی به صورت زیر است:



شکل ۴-۱- تصویر اولیه و بدون ماتی

ابعاد این تصویر $3 * 610 * 406$ و به صورت 8-bit unsigned integer array می باشد. ابعاد پنجره نمونه برداری را $255 * 255$ و به صورت دستی با دستور زیر انتخاب می کنیم:

$$i_samel = i(70+(1:255), 220+(1:255), :); \quad (4-1)$$

یعنی یک پنجره به ابعاد $255 * 255$ برای نمونه گیری انتخاب می کنیم و از ردیف اول ۷۰ ردیف به پایین می آییم و از ستون اول نیز ۲۲۰ ستون به سمت راست حرکت کرده تا بخش بندی فرضی انتخاب شده ی ما بیشتر شامل شی متحرک باشد تا پس زمینه ساکن.

شکل حاصل شکل ۴-۲ است:

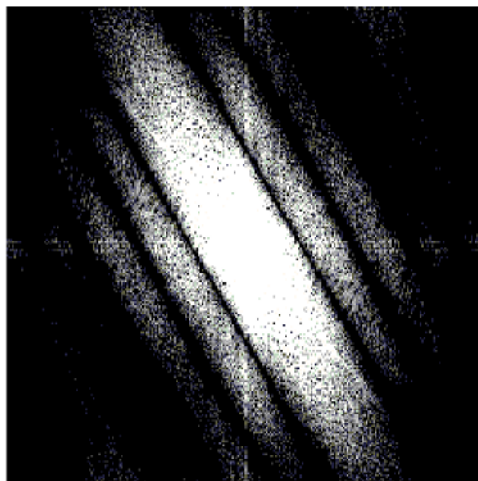


شکل ۴-۲- پنجره نمونه برداری به ابعاد ۲۵۵*۲۵۵

حال این تصویر نمونه برداری شده را توسط متلب با طول ۱۰ پیکسل و زاویه ۳۰ درجه مات می کنیم . شکل ۴-۳ حاصل می شود . سپس از این تصویر مات تبدیل فوریه دو بعدی می گیریم و بعد از محاسبه دامنه و لگاریتم گرفتن از آن و در نهایت جا به جا کردن آن به مرکز تصویر، نتیجه به صورت شکل ۴-۴ در می آید:

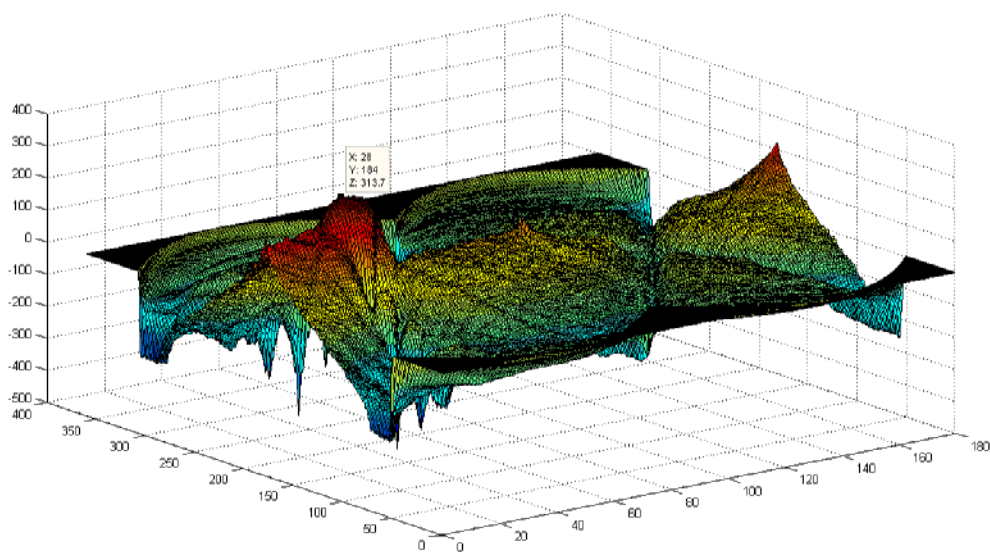


شکل ۴-۳- تصویر مات شده با طول ماتی ۱۰ پیکسل و زاویه ۳۰ درجه



شکل ۴-۴- نتیجه لگاریتم اندازه تبدیل فوریه از شی متحرک و جا به جا کردن آن به مرکز

سپس از این تصویر به عنوان ورودی اولیه به تبدیل رادن استفاده می کنیم و از آن تبدیل رادن گرفته و رسم می کنیم:



شکل ۴-۵- تبدیل رادن بر حسب زاویه، اعمالی بر روی شکل قبلی

سپس مقدار ماکزیمم تبدیل رادن را به دست می آوریم، این مقدار برابر است با $313,7478713738806$ و زاویه ای که در آن مقدار تبدیل رادن ماکزیمم شده را پیدا می کنیم که این زاویه برابر با 28 درجه است. طبق روش های ارائه شده در قبل ما باید تصویر ورودی مان را به اندازه این زاویه دوران دهیم و به اصطلاح

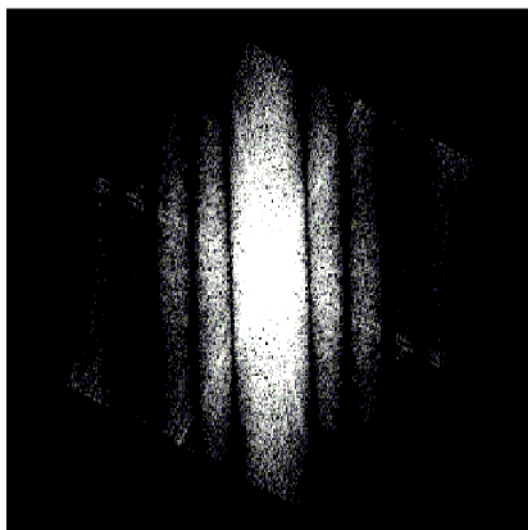
بچرخانیم تا این تصویر به اصطلاح یکسو شود. در واقع هدف از این یکسو سازی این است که کاری کنیم که جهت حرکت موازی محور افقی شود. ما در این رساله دوران را به جای اعمال روی شکل حوزه ی تصویر اعمال کنیم، بر روی اندازه ی تبدیل فوریه جا به جا شده اعمال می کنیم. از آنجا که از لحاظ تئوری در فصل سوم ثابت گردیده که زاویه خطوط ظاهر شده در طیف فوریه نسبت به محور قائم برابر است با زاویه حرکت شی نسبت به محور افق، پس در واقع می توان به جای دوران در حوزه ی تصویر، دوران در حوزه طیف فوریه را انجام داد.

اما اینکار از لحاظ پیاده سازی مزیت بزرگی برای ما خواهد داشت و این مزیت دقت الگوریتم ما را بالاتر خواهد برد، چرا که در حوزه تصویر به دنبال یکسو سازی ممکن است اطلاعات پیکسل های کناری از دست برود و نیز کناره های تصویر جدید با مقادیر فرضی و غیر واقعی پر گردد. و در حوزه تصویر نمی توان این ادعا را کرد که پیکسل های کناری اطلاعات ارزشمند کمتری دارند و در تصمیم گیری ما حتما ارزش منطقی کمتری را خواهند داشت و چه بسا ممکن است ارزش بالایی داشته باشند. و برای محاسبه تبدیل فوریه و طیف^۱ و سایر روشهای تخمین ماتی اطلاعات تمام پیکسل ها با ارزشی یکسان لحاظ می گردند.

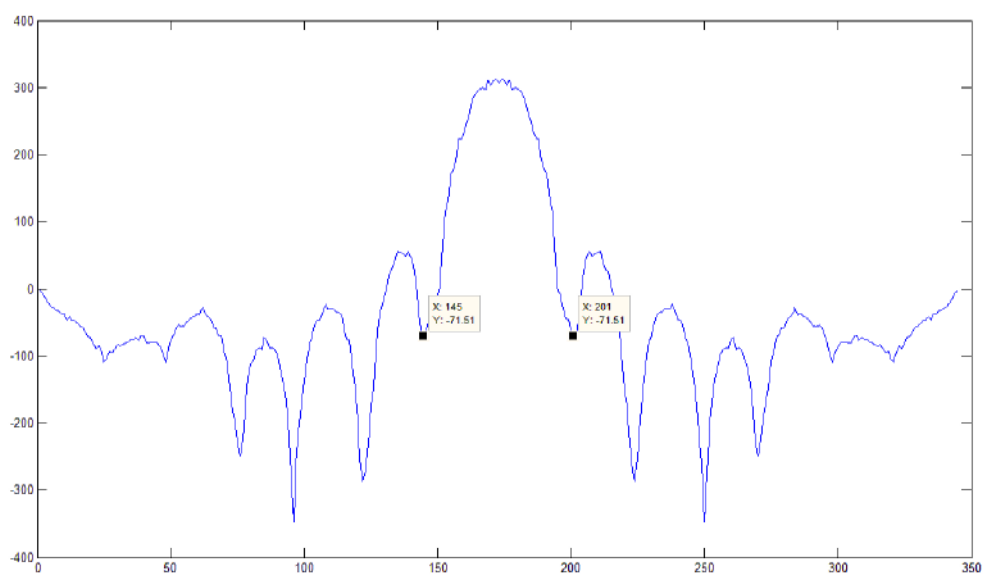
اما در تبدیل فوریه ای که به صورت جا به جا شده یافته پیاده سازی می گردد اطلاعات اساسی و مهم تر در مرکز تصویر قرار دارند و به همین نسبت هرچه از مرکز تصویر دور می شویم این اطلاعات از اهمیت کمتری برخوردار خواهند بود و در نتیجه دوران در این حوزه باعث خواهد شد که ما اطلاعات با اهمیت تر تصویر را داشته باشیم و فقط اطلاعات کم اهمیت تر مربوط به هارمونیک های بالا تر ممکن است در نتیجه دوران یافتن تغییر پیدا کنند. پس در واقع در این روش ما اطلاعات ارزشمند کمتری را از دست خواهیم داد.

مثلا در مورد این مثال تبدیل فوریه را به اندازه ۲۸- دوران می دهیم نتیجه شکل ۴-۶ خواهد شد. پس از این مرحله یکسو سازی، در مرحله بعد شدت روشنایی هر ستون را باهم جمع کرده و رسم می کنیم. در مورد این مثال نتیجه به صورت شکل ۴-۷ در می آید:

^۱ cepstrum



شکل ۴-۶- دوران جا به جایی لگاریتم اندازه تبدیل فوریه به اندازه زاویه ۲۸ درجه



شکل ۴-۷- مجموع شدت روشنایی های تبدیل فوریه بعد از دوران به اندازه ۲۸ درجه

طبق روش های ارائه شده نصف فاصله دو مینیمم نسبی اول را به عنوان d در نظر می گیریم و سپس از فرمول $l = \frac{N}{a}$ طول ماتی را محاسبه می کنیم. از آنجا که طول پنجره نمونه برداری fft در اینجا ۲۵۵ است پس N را برابر ۲۵۵ در نظر می گیریم. و مقدار d از روی شکل برابر است با :

$$201 - 145 = 56$$

$$\frac{56}{2} = 28$$

در نتیجه مقدار طول ماتی برابر است با

$$\frac{255}{28} = 9.1$$

از آنجا که طول ماتی بر حسب جا به جایی در پیکسل ها، عددی صحیح است پس طول تخمین زده شده برابر است با ۹. یعنی ۱ پیکسل خطا در تخمین طول و ۲ درجه خطا در تخمین زاویه داشته ایم.

تا اینجا ی کار ما طول را با دقت به نسبت بهتری نسبت به روشی که ابتدا تصویر اصلی را دوران می دادیم و سپس تبدیل فوریه می گرفتیم تخمین زده ایم چون اطلاعات از دست رفته کمتری داشته ایم.

اما کار جدید تری که ما در این جا انجام خواهیم داد این است که برای تبدیل فوریه علاوه بر دوران به اندازه θ - و محاسبه ی مجموع شدت روشنایی های روی هر ستون و رسم آن، تبدیل فوریه را به اندازه ی زوایای زیر دوران می دهیم و برای هر کدام از آنها مجموع شدت روشنایی های روی هر ستون را محاسبه و رسم می کنیم.

$$- \theta - 1, - \theta - 2, - \theta - 3, - \theta - 4, - \theta - 5$$

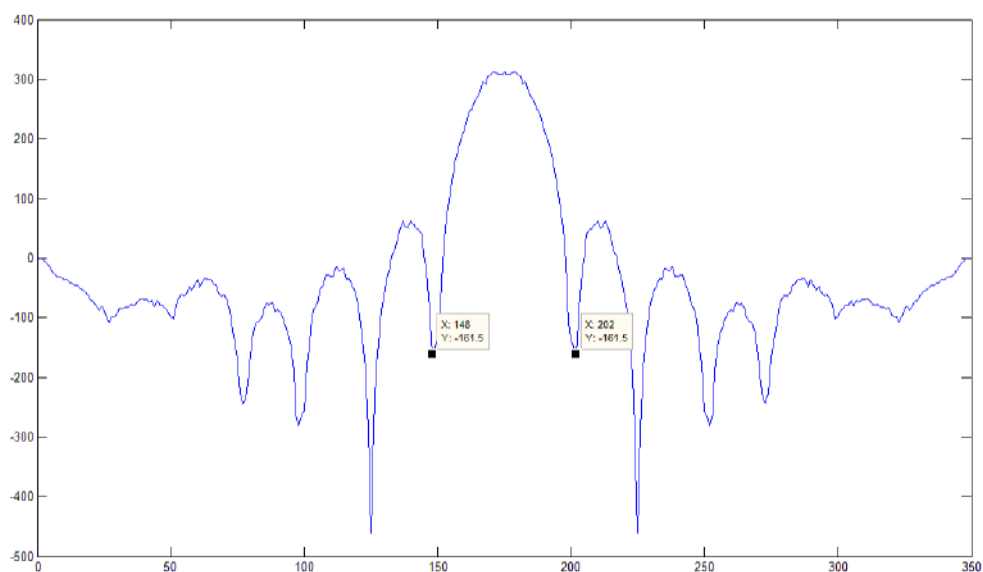
$$- \theta + 1, - \theta + 2, - \theta + 3, - \theta + 4, - \theta + 5$$

و فاصله بین دو مینیمم نسبی اول و مقدار آن را اندازه می گیریم.

برای $1 - \theta$ یعنی دوران به اندازه ۲۹ - درجه شکل ۴-۸ را داریم :

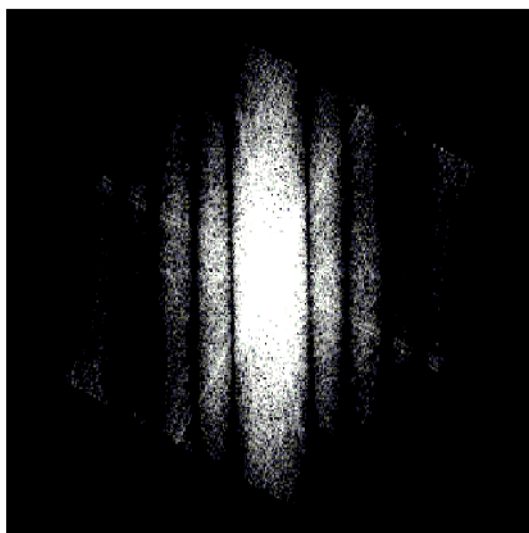
که این فاصله بین دو مینیمم اول برابر می شود با

$$202 - 148 = 54$$



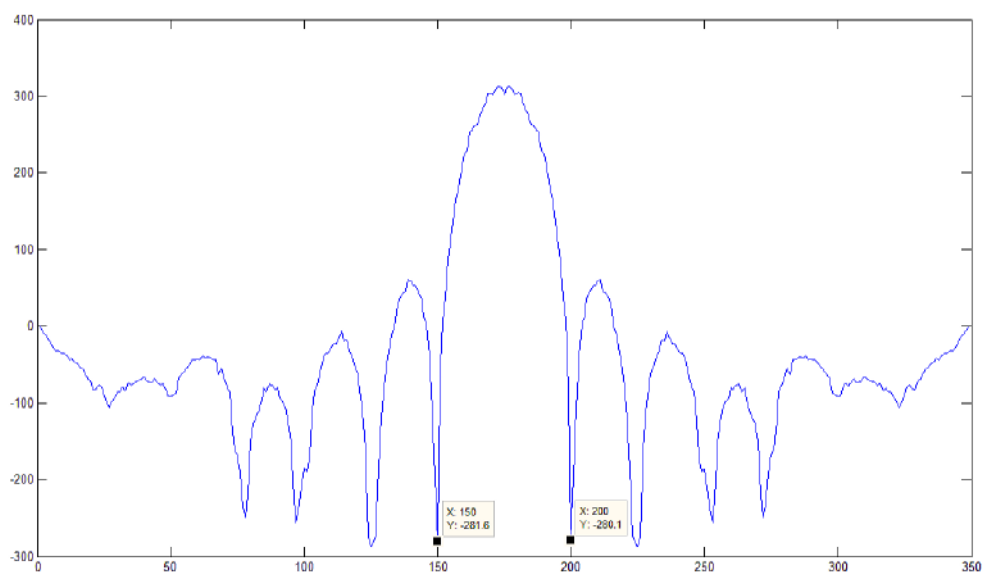
شکل ۴-۸- مجموع شدت روشنایی های هر ستون برای دوران ۲۹ درجه

و نتیجه دوران به اندازه زاویه ۲۹ - درجه به صورت شکل ۴-۹ می گردد:



شکل ۴-۹- دوران تبدیل فوریه به اندازه ی ۲۹ درجه

برای ۲ - θ - یعنی دوران ۳۰ - درجه شکل ۴-۱۰ را داریم :

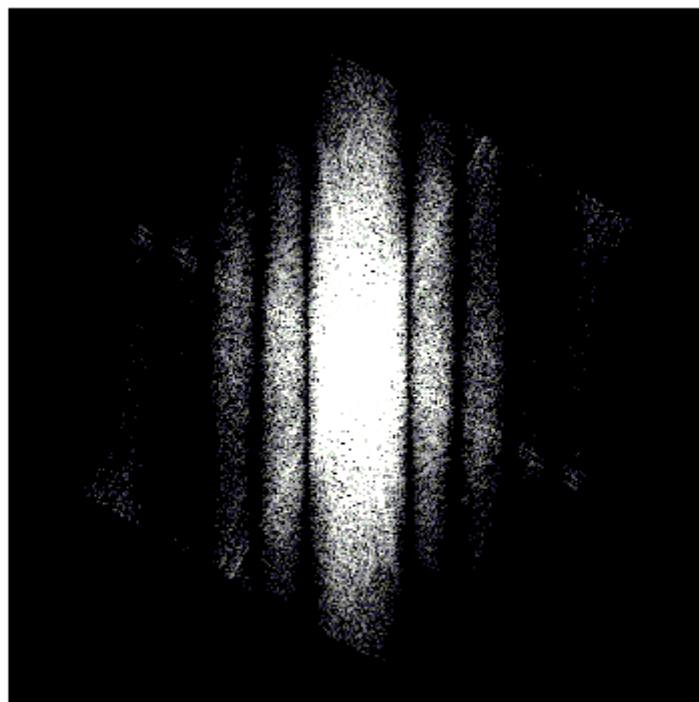


شکل ۴-۱۰- مجموع شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه با دوران ۳۰ درجه

که این فاصله بین دو مینیمم اول برابر می شود با

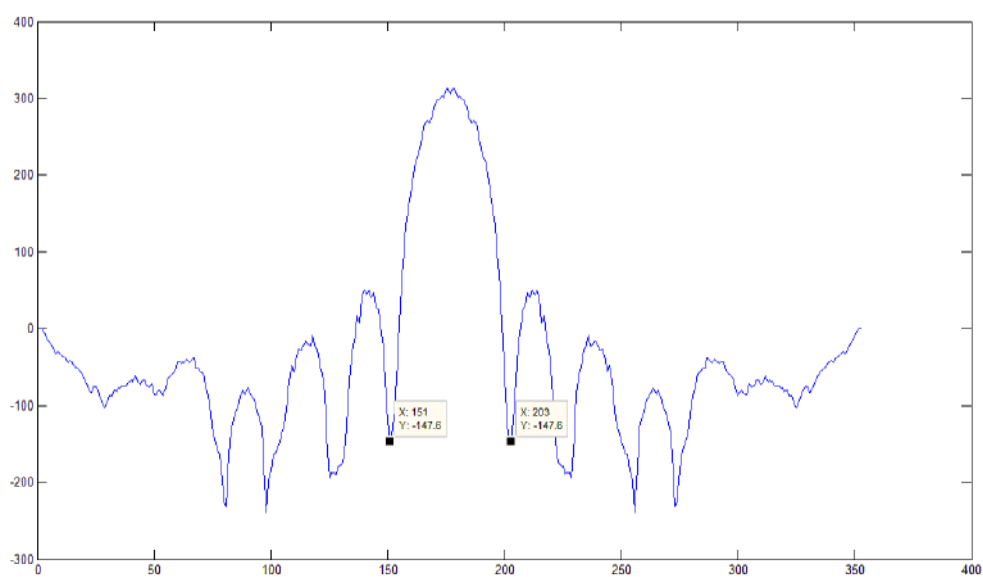
$$200 - 150 = 50$$

و نتیجه دوران به اندازه زاویه ۳۰ - درجه به صورت شکل ۴-۱۱ می گردد:



شکل ۴-۱۱- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه بعد از دوران ۳۰ درجه

برای $3 - \theta$ یعنی دوران به اندازه ۳۱- درجه داریم :

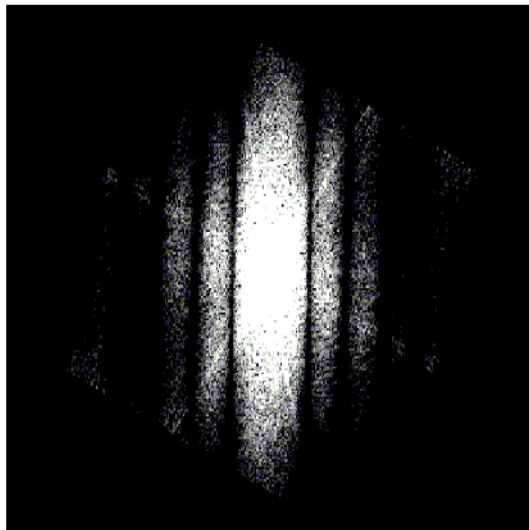


شکل ۴-۱۲- مجموع شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه با دوران ۳۱ درجه

که این فاصله بین دو مینیمم اول برابر می شود با

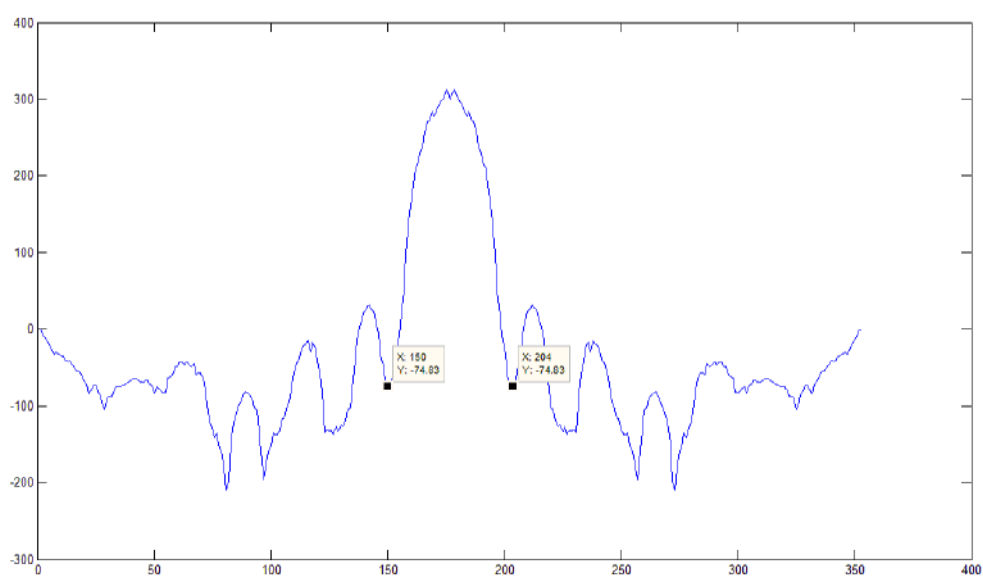
$$203 - 151 = 52$$

و نتیجه دوران به اندازه زاویه ۳۱ - درجه به صورت شکل زیر می گردد:



شکل ۴-۱۳- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه بعد از دوران ۳۱ درجه

برای $4 - \theta$ داریم یعنی زاویه ی ۳۲ - درجه داریم :

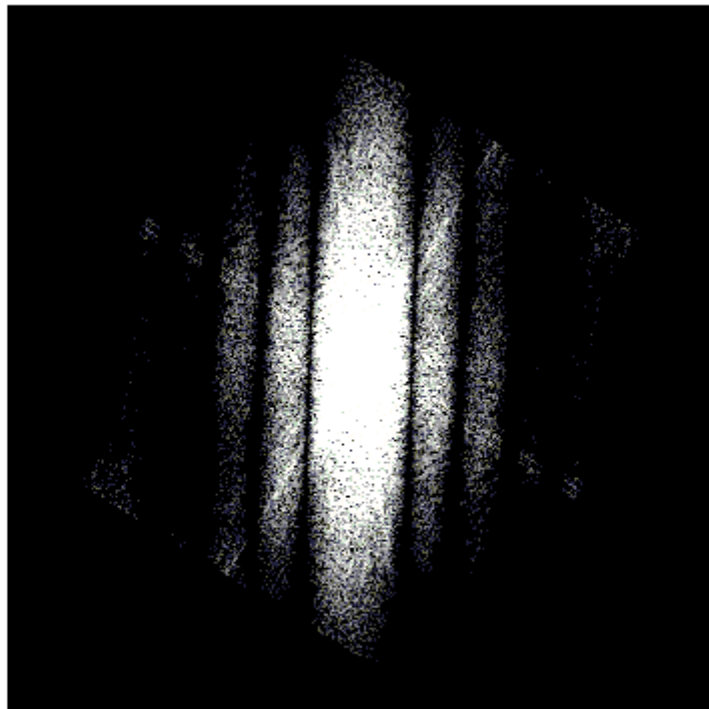


شکل ۴-۱۴- مجموع شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه با دوران ۳۲ درجه

که این فاصله بین دو مینیمم اول برابر می شود با

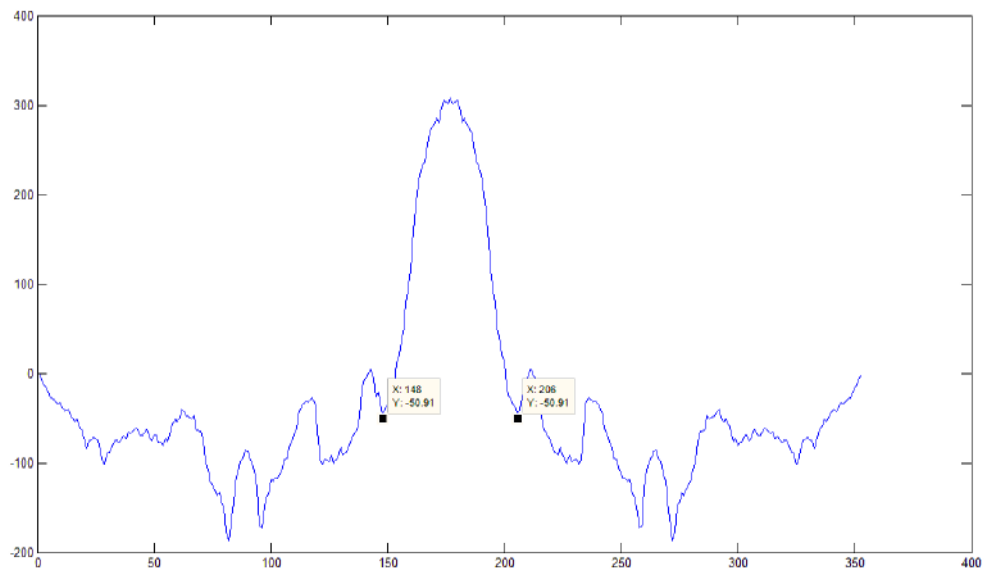
$$204 - 150 = 54$$

و نتیجه دوران به اندازه زاویه ۳۲ - درجه به صورت شکل زیر می گردد:



شکل ۴-۱۵- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه بعد از دوران ۳۲ درجه

برای ۵ - θ - داریم یعنی زاویه ی ۳۳ - درجه داریم :

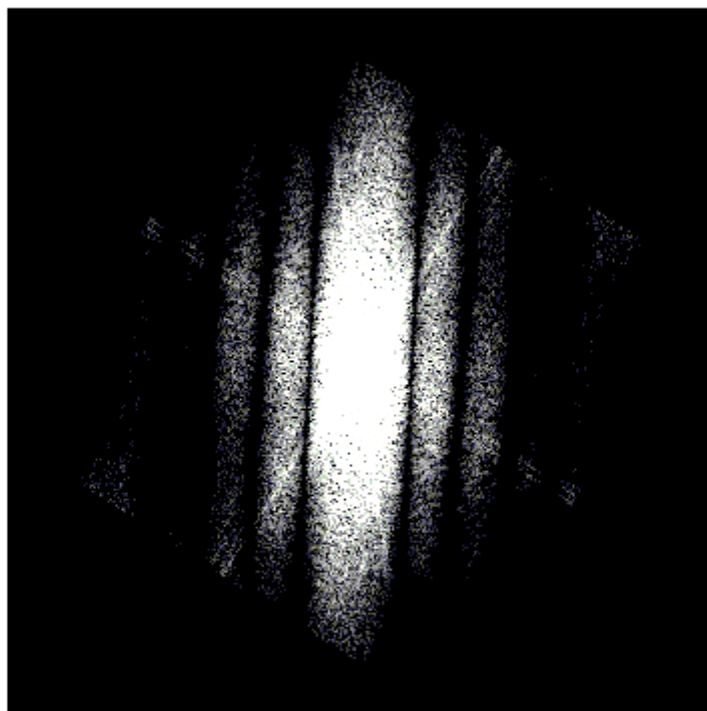


شکل ۴-۱۶- مجموع شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه با دوران ۳۳ درجه

که این فاصله بین دو مینیمم اول برابر می شود با

$$206 - 148 = 58$$

و نتیجه دوران به اندازه زاویه ۳۳ - درجه به صورت شکل زیر می گردد:



شکل ۴-۱۷- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه بعد از دوران ۳۳ درجه

همین کار را می توان برای $1 + \theta -$ و $2 + \theta -$ و $3 + \theta -$ و $4 + \theta -$ و $5 + \theta -$ و هم انجام داد یعنی دوران به اندازه ۲۷- و ۲۶- و ۲۵- و ۲۴- و ۲۳- و.....

برای دوران ۲۷ - درجه فاصله بین دو مینیمم ۵۸ می شود و برای زوایای کمتر این طول افزایش می یابد.

اگر نگاه دقیق تری به این نمودارها و تصاویر بیندازیم مشاهده می کنیم که با حرکت به سمت زاویه ۳۰ درجه این فاصله به کمترین مقدار خود (۵۰) می رسد و با فاصله گرفتن از این زاویه این طول بزرگتر می شود. ضمن اینکه اندازه ی دو مینیمم اول در شکل مجموع روشنایی های ۳۰ درجه منفی ترین مقدار در بین تمام شکل های رسم شده است و با انتخاب منفی ترین مینیمم نسبی می توان توسط یک الگوریتم شکل مورد نظر را انتخاب کرد. ضمن اینکه شکل نمودار انتخابی ما نسبت به سایر اشکال مجموع روشنایی ها حالت منظم تری به خود می گیرد و تیز^۱ ترین و زیباترین نمودار را در حوالی زاویه ۳۰ درجه خواهیم داشت.

^۱sharp

حال اگر به تصویر تبدیل فوریه نگاه کنیم متوجه می شویم که دوران به اندازه ۳۰ درجه باعث می شود زاویه این خطوط به حالت عمودی نزدیک تر شوند و با دور شدن از این زاویه این خطوط نسبت به خط عمودی تصویر زاویه پیدا کنند.

در حقیقت از آنجا که ما از روی همین شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه نمودار مجموع روشنایی ها روی ستون های تصویر رسم کرده ایم می توان متوجه شد که زیبایی و دقیق بودن این نمودار در یک زاویه خاص به این دلیل است که در این زاویه خطوط جا به جا شده لگاریتم اندازه تبدیل فوریه عمودی شده و مجموع آنها روی ستون مقادیر این خطوط تیره را با هم جمع می کند و این مجموع کمتر از ستون های مجاور خواهد گردید و این مقادیر مجموع کوچکتر همان مینیمم های نسبی ما هستند که به صورت متناوب تکرار شده و طبق تئوری اثبات شده در فصل سوم تعداد این خطوط همان طول مات شدگی است.

پس اگر ما طول تصویر را بر نصف فاصله دو مینیمم اول که همان دوره تناوب است تقسیم کنیم به این تعداد خواهیم رسید و اثباتی بر رابطه

$$l = \frac{N}{d} \quad (2-4)$$

در واقع ما با تبدیل رادن یک تقریب اولیه از زاویه ماتی انجام دادیم سپس با دوران لگاریتم اندازه تبدیل فوریه حول چندین درجه مجاور این زاویه به عمود ترین تصویر رسیدیم و با برگرداندن مقدار زاویه این دوران تخمین دقیق تری برای زاویه انجام دادیم.

سپس طول را از روی این زاویه جدید بدست می آوریم.

در اینجا در زاویه ۳۰ فاصله ما برابر شد با ۵۰. در نتیجه دوره تناوب ما برابر است با

$$\frac{50}{2} = 25$$

و طول ماتی برابر خواهد شد با:

$$\frac{255}{25} = 10.2$$

از آنجا که طول ماتی بر حسب جا به جایی در پیکسل ها، عددی صحیح است پس طول تخمین زده شده برابر است با ۱۰.

یعنی مقدار زاویه ۳۰ و طول ماتی ۱۰ پیکسل را بدون هیچ خطایی کاملاً درست تشخیص دادیم.

اما مزایای این روش پیشنهادی از این هم فراتر است. گاهی بر اثر مرزبندی نکردن مناسب و انتخاب کردن اندازه نمونه نامناسب، اطلاعات ما به گونه ای می شود که تبدیل رادن نمی تواند به طور صحیحی زاویه را تخمین بزند و در نتیجه طولی را که بر مبنای آن زاویه انتخاب می کنیم نادرست و خطاست.

از آنجا که طول ماتی و زاویه ماتی به هم مرتبط هستند و هر دو ی آنها در مقدار تبدیل رادن تاثیر دارند برای ترکیب توام برخی طول ها و زاویه ها، اگر نمونه برداری هم اندازه و محل چندان مناسبی نداشته باشد مقدار ماکزیمم تبدیل رادن در زاویه ای به نسبت متفاوت از زاویه واقعی اتفاق می افتد و در مقالات گذشته این مشکل با یک فرض، مثلاً مشخص کردن محدوده ای خاص جهت طول ماتی مشخص شده است.

بر فرض مثال در مقاله ارائه شده در فصل سوم طول ماتی بین ۱۰ تا ۵۰ مجاز بوده و خطای مقادیر خارج از محدوده به شدت بالا می رود. تازه این فرض هم در صورتی آورده شده که منطقه ی ماتی کامل به درستی تشخیص داده شده باشد و به طور دقیقی بخش بندی سازی مناطق با ماتی کامل از مناطق با ماتی نسبی و بدون ماتی انجام گرفته باشد. مثلاً در مورد تصویر یک خودروی در حال حرکت به صورت شکل مقابل چنانچه پنجره ی نمونه گیری از شی در حال حرکت به صورت زیر باشد و طول ماتی برابر با ۱۰ و زاویه ماتی برابر با ۱۵ گرفته شود الگوریتم رادن مقدار ماکزیمم را در زاویه ۸ به ما خواهد داد یعنی ۷ درجه خطا.

تصویر ۴-۱۸ تصویر خودروی در حال حرکت است.



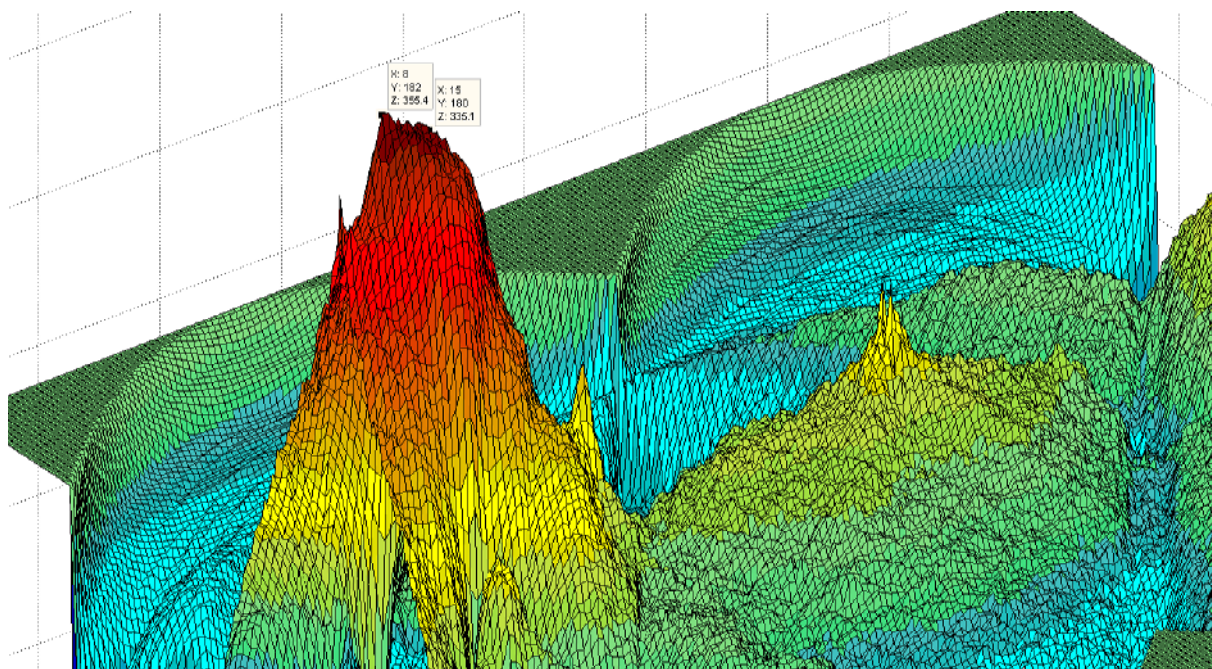
شکل ۴-۱۸- تصویر اصلی

و اگر نمونه برداری را به صورت شکل ۴-۱۹ انتخاب کنیم



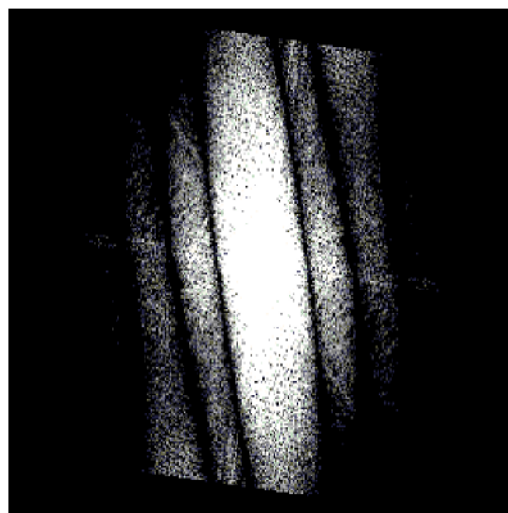
شکل ۴-۱۹- نمونه برداری از تصویر اصلی با ابعاد ۲۵۵ * ۲۵۵

تبدیل رادن ۷ درجه خطا خواهد داشت.



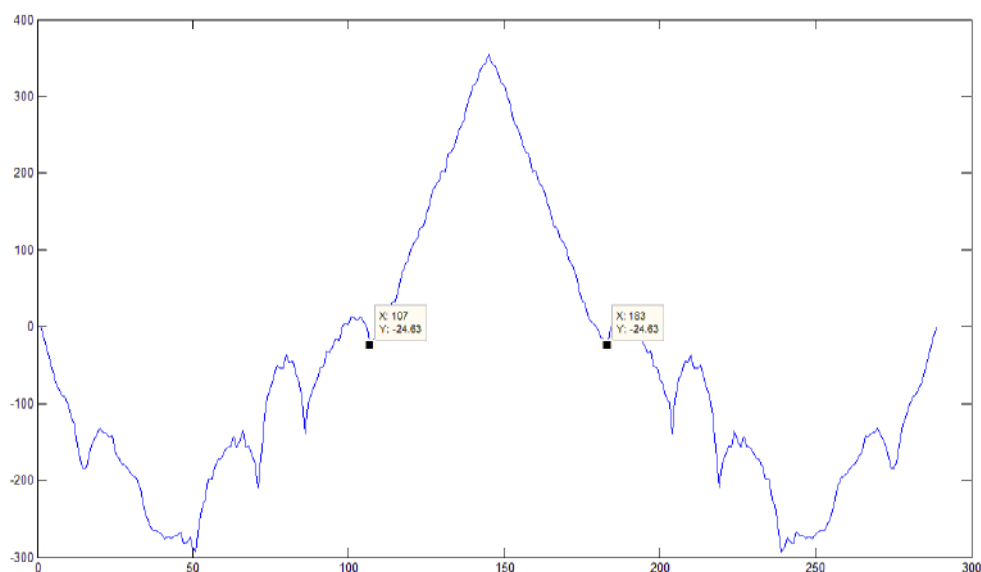
شکل ۴-۲۰- تبدیل رادن برای ماتی با طول ۱۰ و زاویه ۱۵ درجه دارای ماکزیممی در ۸ درجه است

مقدار تبدیل رادن در زاویه ۸ برابر ۳۵۵,۴ و در زاویه ۱۵ برابر ۳۳۷,۹ است و به عنوان ماکزیمم برگردانده نمی شود. اگر تبدیل فوریه را به اندازه زاویه ۸ - دوران بدهیم شکل زیر حاصل می شود.



شکل ۴-۲۱- دوران به اندازه ۸ درجه

و مجموع روشنایی ها روی ستون ها نیز به این صورت می گردد.



شکل ۴-۲۲- مجموع شدت روشنایی ها برای دوران ۸ درجه

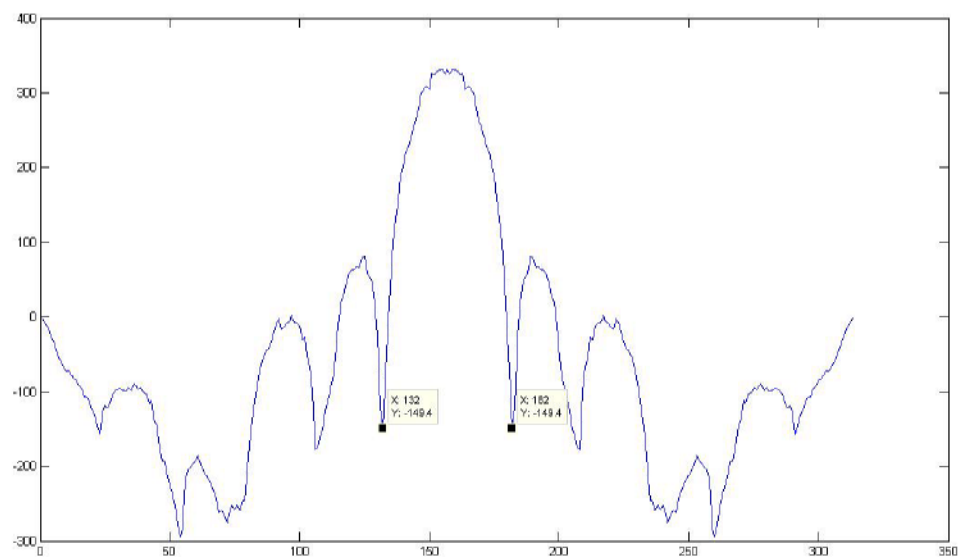
که این فاصله بین دو مینیمم اول برابر می شود با

$$183 - 107 = 76$$

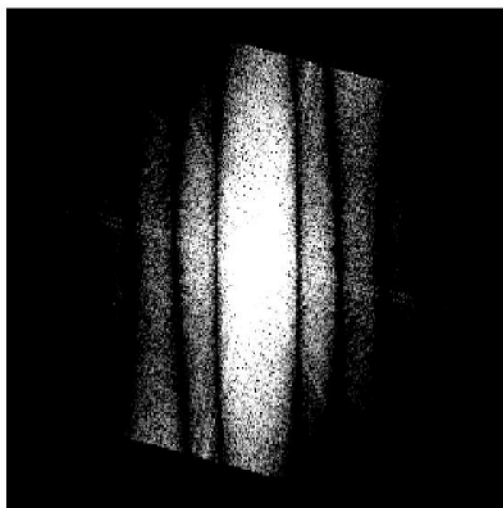
از روی شکل می توان متوجه شد که نه تبدیل فوریه بعد از دوران جهت خطوطش کاملاً عمودی شده و نه نمودار مجموع روشنایی ها کاملاً تیز هستند.

سپس دوران را یک درجه یک درجه اضافه می کنیم

مقدار مینیمم فاصله در ۷- درجه اضافه کردن به دوران اولیه به دست می آید که فاصله بین دو مینیمم برابر با ۵۰ می گردد.



شکل ۴-۲۳- مجموع شدت روشنایی ها برای دوران ۱۵ درجه



شکل ۴-۲۴- دوران به اندازه ۱۵ درجه

همان طور که در شکل مشخص است برای دوران به اندازه $7 - \theta$ - یعنی 15 درجه خطوط طیف عمودی تر از خطوط طیف θ - شده است و مجموع روشنایی ها نیز دارای دو مینیمم های اول نزدیکتر به هم می باشد. یعنی 50 تا از هم فاصله دارند.

برای دوران $8 -$ و $9 -$ این فاصله 52 می شود. و با دور شدن از $7 -$ این فاصله بیشتر می شود. پس طبق این الگوریتم زاویه تخمین زده شد ، $7 - \theta$ - یعنی دوران خلاف جهت به اندازه 15 درجه می باشد.

اگر ما می خواستیم تنها از تبدیل رادن استفاده کنیم طبق فرمول اثبات شده قبلی به

$$\frac{76}{2} = 38$$

$$\frac{255}{38} = 6.7$$

یعنی طول تخمین زده شده برابر 7 می گردید و ما 3 درجه خطا پیدا می کردیم

ولی این روش برای ما طول را به صورت زیر

$$\frac{50}{2} = 25$$

$$\frac{255}{25} = 10.2$$

یعنی همان 10 پیکسل تخمین زد و زاویه درست دوران نیز $8 - 7 = -15$ - برگردانده شد.

و بدون هیچ خطایی حتی با بخش بندی کردن نامناسب توانستیم به جواب صحیح دست پیدا کنیم.

۴-۳-مثالی دیگر: در اینجا نمونه کاملتری را مورد بررسی قرار می دهیم که در آن شی متحرک دارای ساختار یکنواختی نیست.



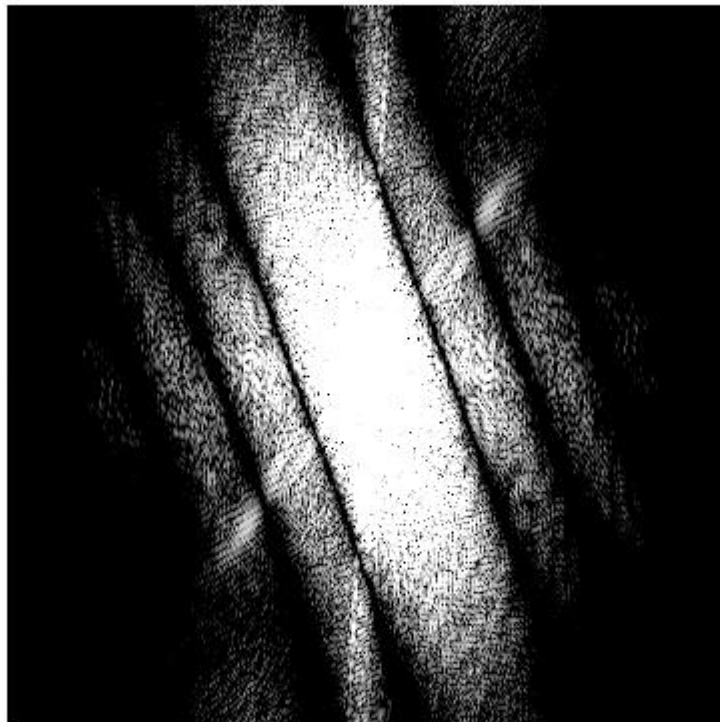
شکل ۴-۲۵- مثالی دیگر که در آن شی متحرک دارای ساختار یکنواختی نیست

در اینجا یک تصویر به ابعاد 360×360 وجود دارد. کل تصویر را یک ساختار در نظر گرفته و تمام آن را با طول ماتی ۱۰ و زاویه ماتی ۳۰ درجه مات می کنیم.



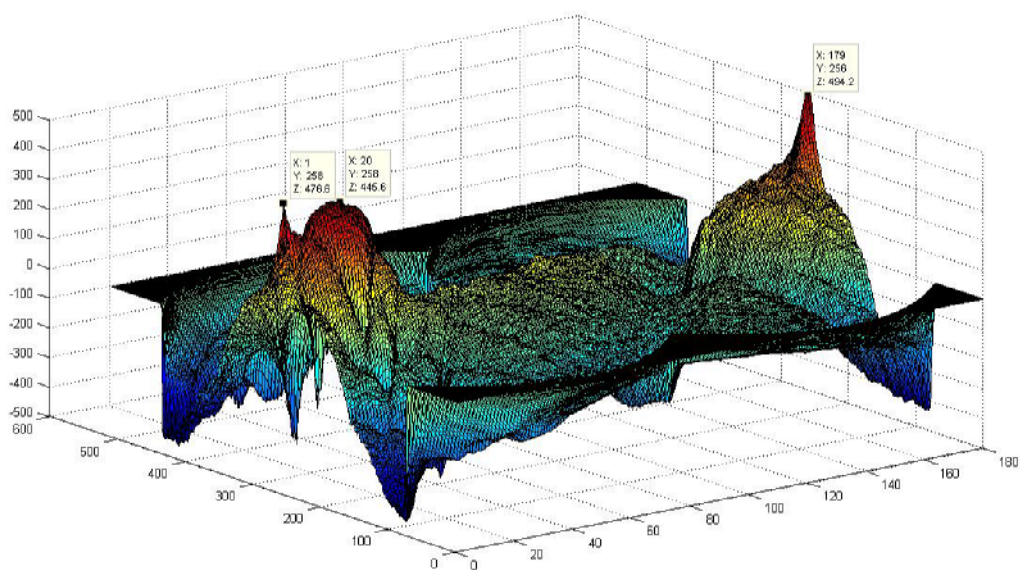
شکل ۴-۲۶- شکلی با طول ماتی ۱۰ و زاویه ماتی ۳۰ درجه

سپس بر روی تصویر مات شده تبدیل فوریه دو بعدی به ابعاد 360×360 اعمال می کنیم. سپس لگاریتم اندازه تبدیل فوریه آن را رسم می کنیم.



شکل ۴-۲۷- لگاریتم اندازه تبدیل فوریه

شکل ۴-۲۶ نسبت به شکل مربوط به تصویر ماشین قبلی یعنی ۴-۱۸ دارای نویز بیشتری است و از آنجا که کل تصویر را به عنوان شی در نظر گرفته ایم و بخش بندی مناسبی برای جداسازی شی از پس زمینه انتخاب نکرده ایم اگر تبدیل رادن آن را بر حسب زاویه رسم کنیم شکل زیر حاصل می گردد:

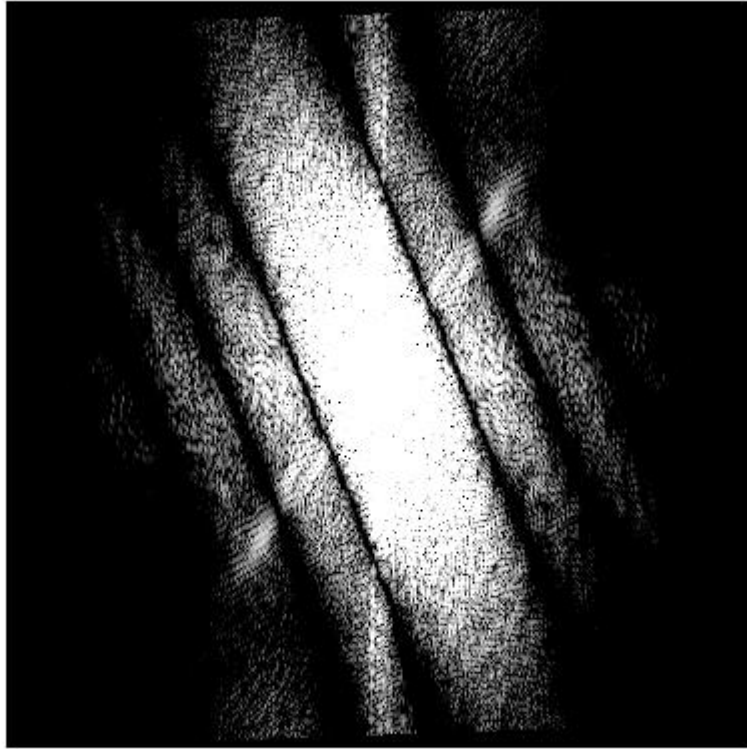


شکل ۴-۲۸- تبدیل رادن جسم مات

که اندازه تبدیل رادن در ۱۷۸ درجه و اطراف آن یعنی ۱۷۹ و ۱۸۰ درجه (همان صفر درجه) از مقدار حوالی ۲۰ درجه بیشتر است.

پس ما نمی توانیم مقدار ماکزیمم مطلق این تابع را به عنوان زاویه مورد نظر انتخاب کنیم.

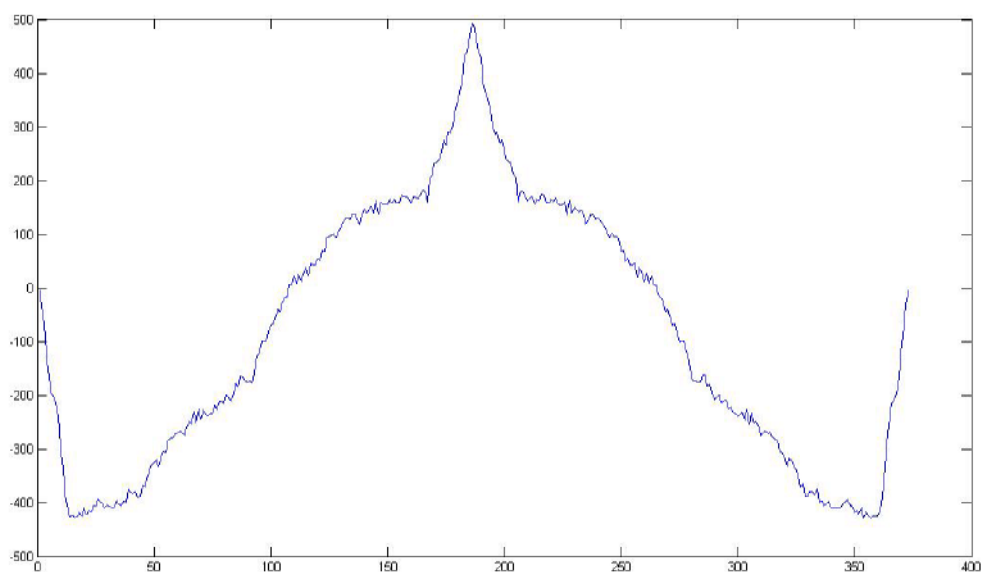
حال اگر چنان اشتباهی صورت بگیرد، در مرحله بعد که تصمیم داریم تصویر را به اندازه زاویه θ دوران دهیم و مجموع شدت روشنایی های هر ستون را برای پیدا کردن دوره تناوب تبدیل فوریه حساب کنیم به شکل ۴-۲۹- خواهیم رسید:



شکل ۴-۲۹- دوران تبدیل فوریه به اندازه ای تبدیل رادن به نادرست تشخیص داده است

به طور نظری مشخص است که با دوران به اندازه ۱۷۸- خطوط موازی در تصویر لگاریتم دامنه تبدیل فوریه حاصله به صورت عمود قرار نگرفته اند و زاویه تشخیص داده شده توسط تبدیل رادن مقدار خطایی را انتخاب کرده است که دلیل آن نیز انتخاب نکردن بخش بندی مناسب برای شی متحرک نسبت به پس زمینه ساکن و همینطور انتخاب نکردن طول مناسب برای تبدیل فوریه دو بعدی می باشد.

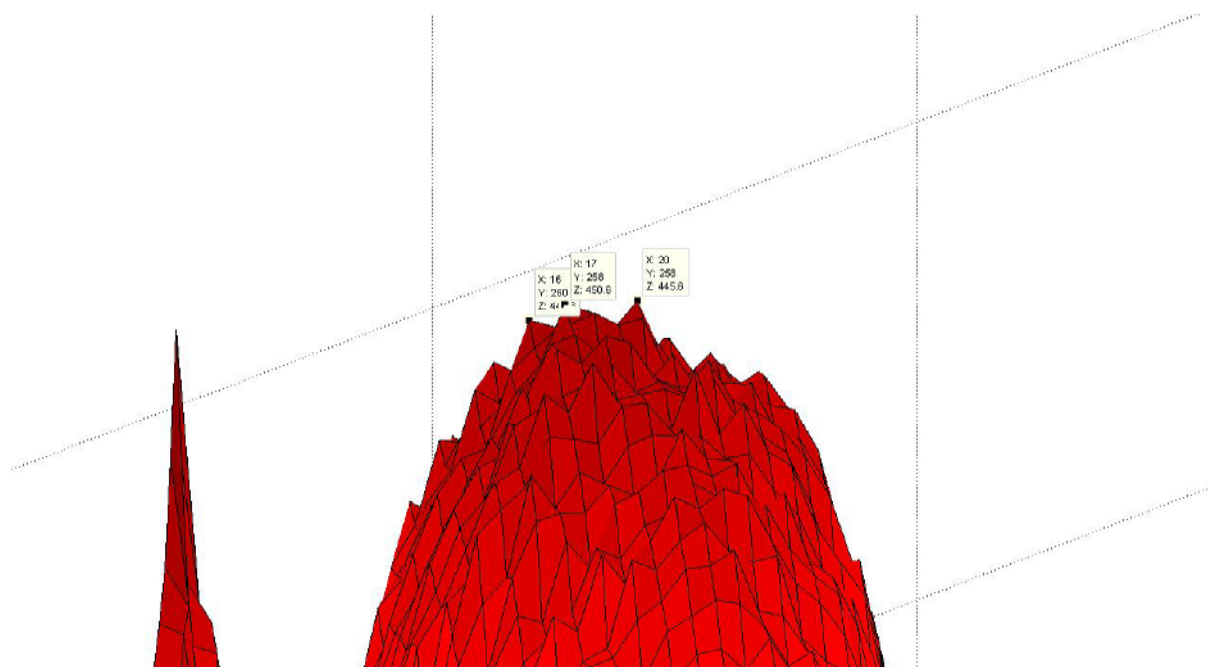
حال اگر شدت روشنایی های هر ستون را با هم جمع بزنیم به شکل نامنظم ۴-۳۰- می رسیم:



شکل ۴-۳۰- مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه ای که به خطا تشخیص داد شده

که نمی توان از روی آن دوره تناوب تبدیل فوریه را مشخص نمود.

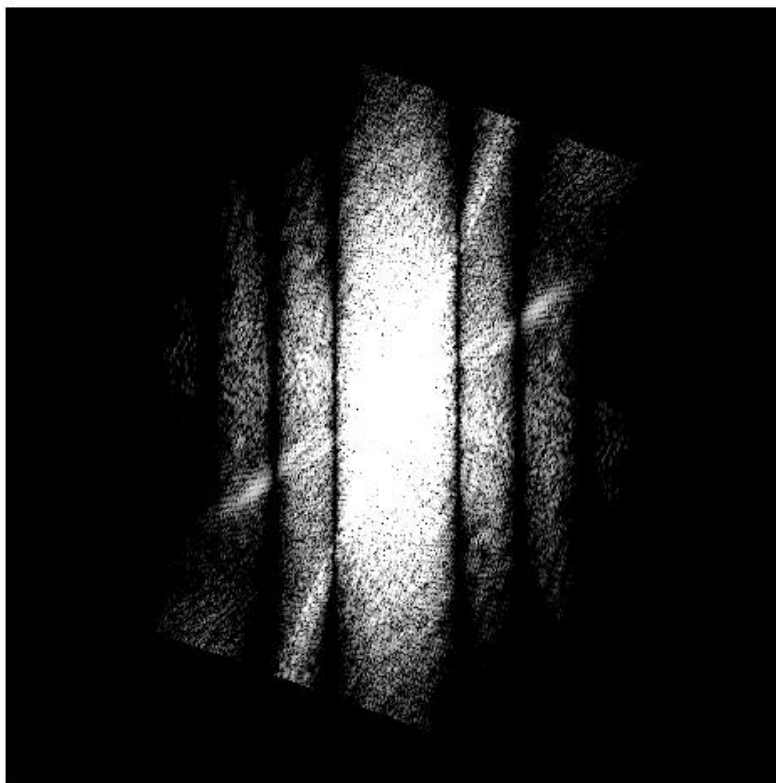
حال با مراجعه به نمودار تبدیل رادن، این دفعه ماکزیمم نسبی حوالی زاویه ۲۰ درجه را در نظر می گیریم:



شکل ۴-۳۱- انتخاب دومین ماکزیمم نسبی به عنوان مقدار اصلاح شده تبدیل رادن

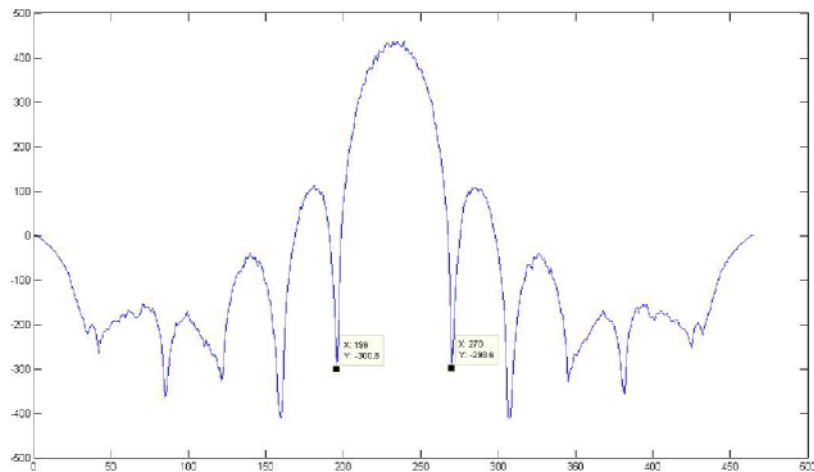
که مقدار اندازه تبدیل رادن برای زوایای ۲۰ درجه ۴۴۵,۶، برای زاویه ۱۹ درجه ۴۴۳,۳، برای زاویه ۱۸ درجه ۴۴۷,۷ برای زاویه ۱۷ درجه ۴۵۰,۶ و برای زاویه ۱۶ درجه ۴۴۷,۸ بدست خواهد آمد. یعنی اینکه تبدیل رادن زاویه مربوطه را ۱۷ درجه تشخیص داده و ۳ درجه خطا داشته ایم.

برای دوران ۲۰- درجه لگاریتم اندازه تبدیل فوریه دو بعدی به صورت شکل زیر می شود:



شکل ۴-۳۲- دوران به اندازه ی زاویه ی اصلاح شده ۲۰ درجه

که خطوط موازی به طور به نسبت عمود قرار گرفته اند و مجموع شدت روشنایی ها نیز به صورت شکل زیر می شود:



شکل ۴-۳ مجموع شدت روشنایی ها برای تبدیل رادن اصلاح شده ۲۰ درجه

که طبق فرمول:

$$270 - 196 = 74$$

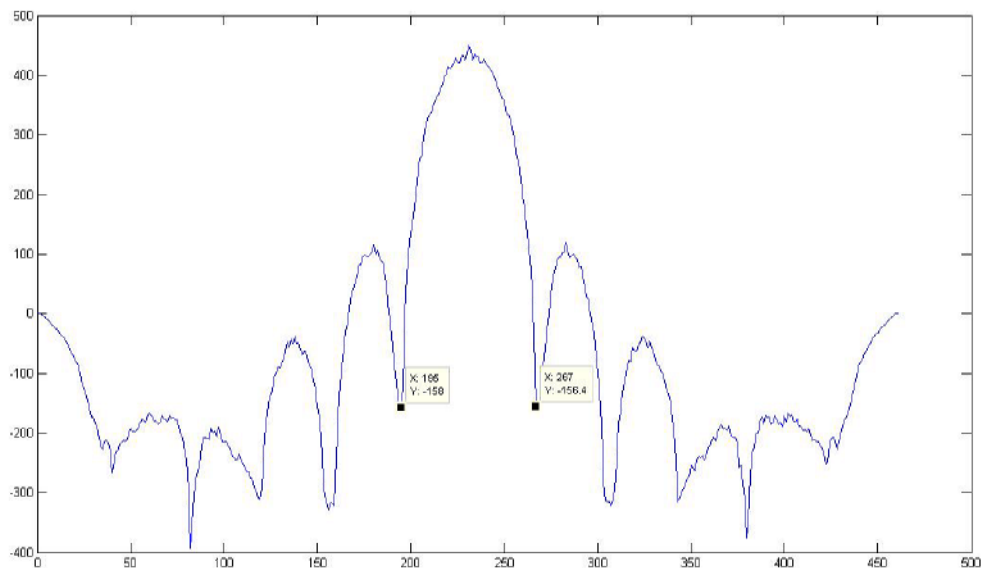
$$\frac{74}{2} = 37$$

و طول ماتی برابر است با :

$$\frac{360}{37} = 9.729$$

که همان ۱۰ پیکسل است.

اگر این محاسبه ها را مانند قسمت قبل برای زوایای ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ تکرار کنیم برای زاویه ۱۹ خواهیم داشت که برابر با:



شکل ۴-۳- مجموع شدت روشنایی ها برای تبدیل رادن اصلاح شده ۱۹ درجه

$$267 - 195 = 72$$

و طبق فرمول طول ماتی برابر $10 = \frac{360}{\frac{72}{2}}$ خواهد شد. و برای زاویه ۱۶، ۱۷، ۱۸ این شکل نامنظم و غیر قابل استفاده خواهد شد پس کوتاهترین فاصله همان ۷۲ خواهد بود که طبق آن طول ماتی عدد ۱۰ خواهد شد و طبق روش ما زاویه تخمین زده شده برابر با ۱۹ درجه خواهد شد یعنی روش ما زاویه را با خطای ۲۷٪ و طول را نیز با خطای دقت ۲۸٪ تشخیص داده است. در حالی که روش تبدیل رادن به تنهایی روی این تصویر دچار خطا شده و قادر به تشخیص زاویه نبود و عملیات دچار شکست می گردید.

نتیجه گیری:

این روش قادر خواهد بود خطایی که در نتیجه عدم بخش بندی مناسب تصویر مات در تبدیل رادن ایجاد خواهد شد را تشخیص داده و با دقت بسیار بالایی زاویه حقیقی را مشخص خواهد کرد. یعنی این روش کلیت بالا تری نسبت به تبدیل رادن خواهد داشت. و الگوریتم پیشنهادی در صورتی که چندین ماکزیمم نسبی جا از هم داشته باشیم مجموع شدت روشنایی را برای تک تک آنها محاسبه می کند و در نهایت جوابی را که مقدار دو مینیمم نسبی آن کمترین مقدار است به عنوان زاویه صحیح انتخاب و طبق فرمولهای ارائه شده در فصل ۳، طول صحیح را تخمین خواهد زد.

توضیحات بیشتر در مورد مقدار این دو مینیمم نسبی اول در انتهای فصل پنجم آمده است و در آن فصل بر روی تصاویر تک تک عنوان گردیده.

فصل پنجم

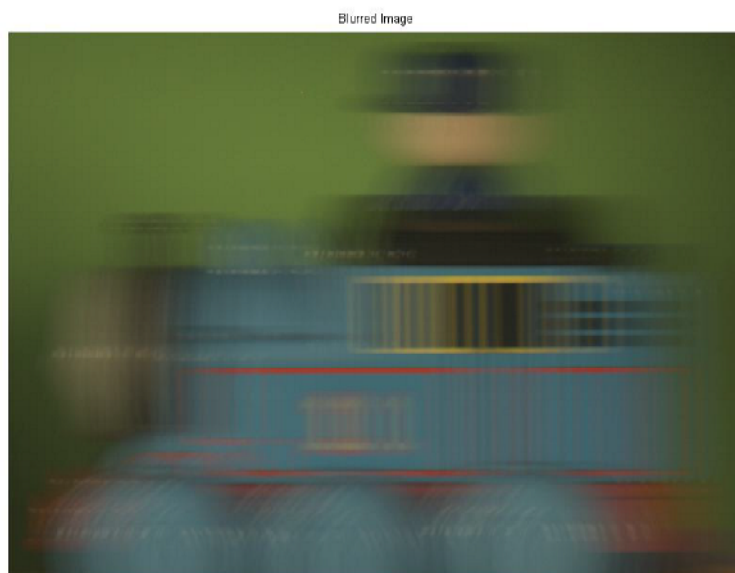
بررسی نتایج بر روی تصاویر واقعی

۵-۱- مقدمه: در این فصل تعدادی تصاویر از پایگاه داده^۱ آقای آگراوال و همکاران انتخاب گردیده و علی رغم پایین بودن تفکیک پذیری اولیه این تصاویر، طول ماتی با دقت بالاتر و خطای کمتری نسبت به الگوریتم رادن اصلاح نشده قبلی تخمین زده شده است. در حقیقت کاربرد اصلی این تصاویر مرجع برای مقاصد زدودن ماتی بوده، با این حال با همین تصاویر واقعی نه چندان با کیفیت برای مقصد تعیین سرعت، الگوریتم ما جواب به نسبت خوبی داده است. برای مقاصد تعیین سرعت، به بالاتر بودن دقت تفکیک پذیری^۲ تصویربرداری نیاز است؛ که این مورد با بالاتر رفتن کیفیت تصویر برداری دوربین های کنونی موجود در بازار به دست آمده است.

در پایگاه داده ای که توسط آقای آگراوال و همکاران فراهم شده چند عکس واقعی گرفته شده با دوربین ساکن کانن^۳ موجود است و طول واقعی ماتی بر حسب پیکسل نیز داده شده است.

۵-۲- قطار اسباب بازی در حال حرکت:

برای نشان دادن صحت الگوریتم پیشنهادی، تصویر قطار اسباب بازی ای که با سرعت ثابت و به طور افقی در حال حرکت است را انتخاب می کنیم. اندازه طول ماتی واقعی این تصویر ۱۱۸ پیکسل می باشد.



شکل ۵-۱- تصویر واقعی از یک قطار واقعی در حال حرکت با طول ماتی ۱۱۸

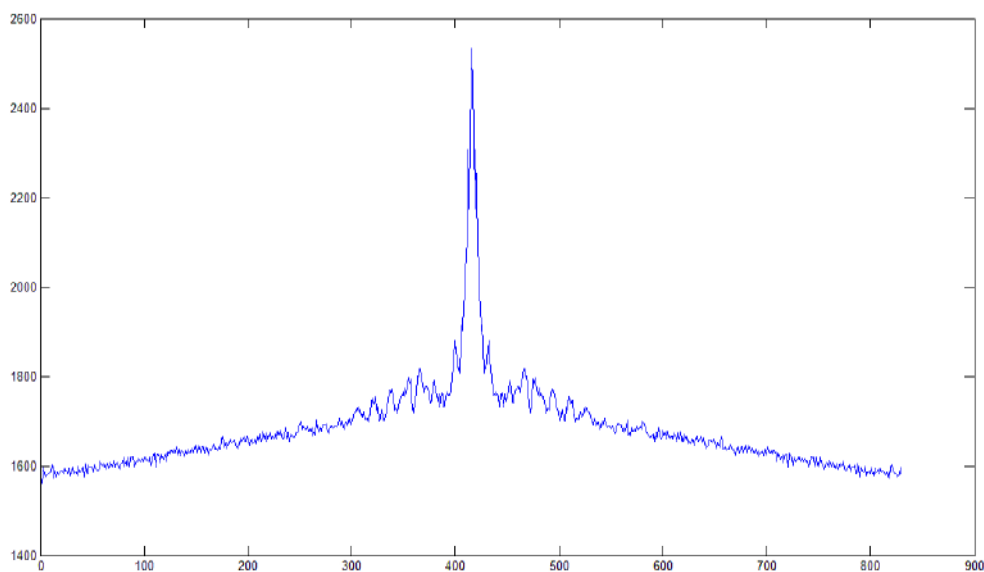
^۱Data base

^۲resolution

^۳Canon

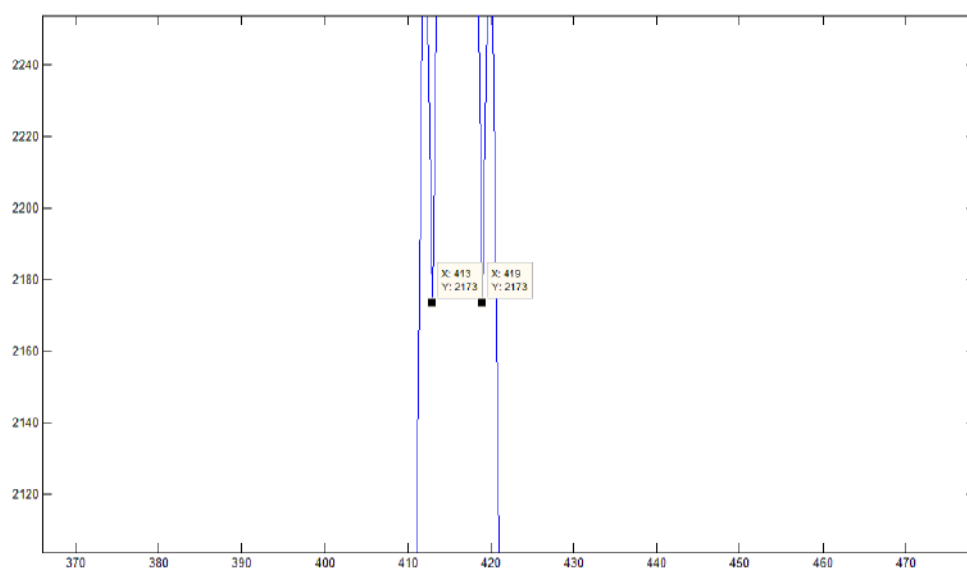
این تصویر را بدون بخش بندی کردن به طور مستقیم به الگوریتم پیشنهادی می دهیم. یعنی از آن مستقیماً تبدیل فوریه دو بعدی می گیریم. ابعاد تصویر $3 * 830 * 614$ می باشد.

ابعاد تبدیل فوریه را هم $830 * 614$ انتخاب می کنیم. بعد از بدست آوردن لگاریتم اندازه تبدیل فوریه دو بعدی و سپس جمع کردن ستونی شدت روشنایی های لگاریتم اندازه تبدیل فوریه به نمودار زیر خواهیم رسید.



شکل ۵-۲- نمودار مجموع شدت روشنایی ها برای عکس واقعی قطار اسباب بازی

با بزرگتر کردن این تصویر فاصله دو مینیمم اول را نسبت به هم اندازه گیری می کنیم:



شکل ۵-۳- مقادیر دو مینیمم اول

$$419 - 413 = 6$$

$$\frac{6}{2} = 3$$

$$\sqrt{614 \times 830} = 713.8767401$$

$$\frac{713.8767401}{3} = 118.979$$

در نتیجه

طول ماتی برابر است با ۱۱۹ پیکسل و زاویه ماتی نیز صفر درجه تشخیص داده شده است ، که دقت بسیار بالایی است.

۵-۳- تصویر از پلاک خودروی در حال حرکت :

مثال بعدی تصویر واقعی گرفته شده از پلاک خودرو است.



شکل ۵-۴- تصویری از یک خودرو با طول ماتی ۶۰ پیکسل

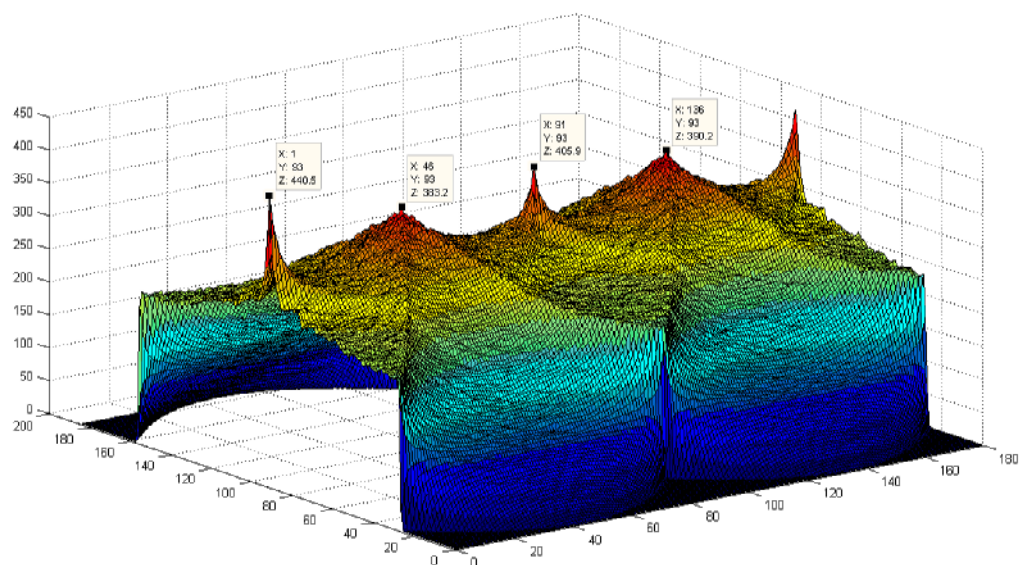
ابعاد خالص این تصویر ۳ * ۱۹۲ * ۱۲۹ است. در این تصویر طول ماتی واقعی ۶۰ پیکسل می باشد.

این تصویر در حقیقت برای موضوع از بین بردن ماتی داده شده است، از آنجا که ابعاد داده شده تصویر کوچک بوده و کیفیت تفکیک پذیری آن نیز پایین است انتظار می رود که تشخیص طول دقیق دشوار باشد. در مثالهایی که تاکنون از تبدیل فوری و تشخیص لبه برای اندازه گیری سرعت استفاده شده طول تصویر ماتی مقادیر کوچکی در نظر گرفته شده و در مقاله ای که از تبدیل رادن برای اندازه گیری زاویه استفاده شده طول موارد ماتی حتی برای تصویر مصنوعی و ساختگی ۳۰ پیکسل در نظر گرفته شده است .

در صورتی که طول تصویر ماتی بالاتر برود حتی در تصاویر با ماتی مصنوعی که توسط نرم افزار متلب شبیه سازی گردیده خطای اندازه گیری بسیار بالا می رود و تبدیل رادن نیز زاویه را با دقت پایین تخمین می زند. اما ما در اینجا یک عکس با تفکیک پذیری پایین و طول ماتی زیاد را مورد آزمایش قرار خواهیم داد که در صورت نزدیک بودن طول تخمین زده شده نسبت به مقدار واقعی دقت این روش آشکار خواهد شد.

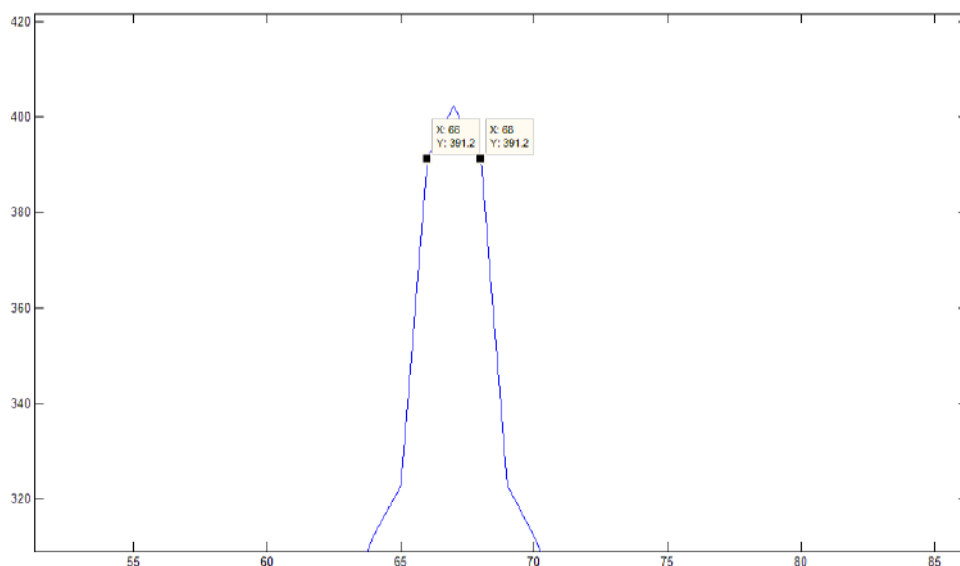
در مثال ابعاد تصویر نمونه برداری و همچنین ابعاد تبدیل فوری را ۱۲۹*۱۲۹ انتخاب می کنیم.

با گرفتن تبدیل فوری و سپس تبدیل رادن به شکل زیر می رسم:



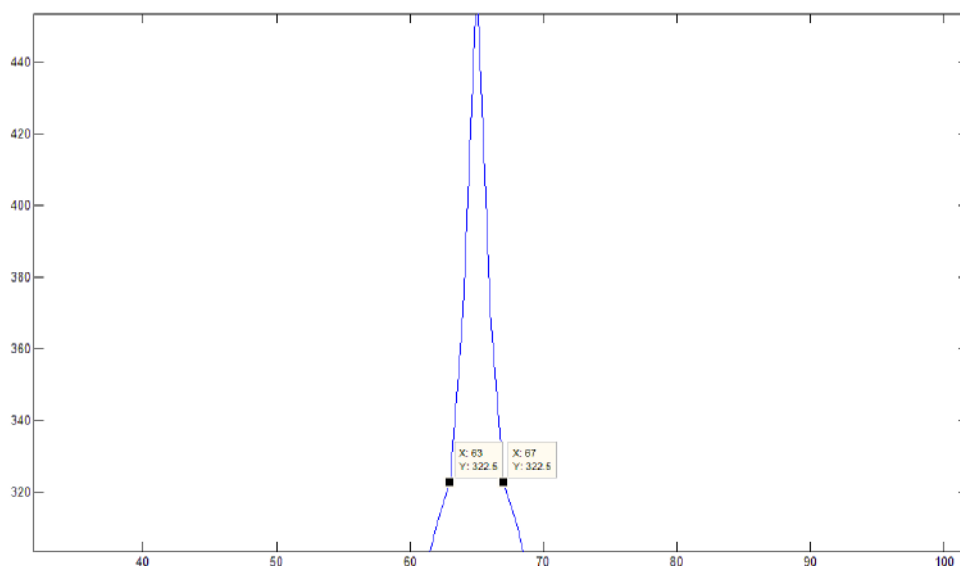
شکل ۵-۵- تبدیل رادن تصویر واقعی

که مقدار ماکزیمم را برای زاویه +۱ خواهیم داشت. اگر ما این زاویه را بگیریم از روی نمودار مجموع شدت روشنایی های تبدیل فوری فاصله دو مینیمم (شکسته شدن اولیه) برابر ۲ است پس طبق فرمول طول تخمین زده شده ۱۲۹ خواهد بود.



شکل ۵-۶- مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه +۱

اما با کمک الگوریتم ما، بهترین نمودار را در زاویه صفر درجه خواهیم داشت که به صورت زیر است:



شکل ۵-۷-مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه صفر درجه

و فاصله بین دو شکست اول چهار پیکسل و طول ماتی برابر با

$$\frac{129}{2} = 64.5$$

یعنی ۶۴ پیکسل خواهد شد.

یعنی الگوریتم ما دقت تخمین زاویه را یک درجه و تخمین طول را ۶۱ پیکسل یعنی ۴۷٪ بهبود داد.

البته مسلم است که دقت این روش به اندازه و تفکیک پذیری تصویر اولیه بستگی دارد و برای موارد با طول ماتی بزرگ تفاوت فاصله تنها یک پیکسل در نمودار مجموع روشنایی ها می تواند تفاوت زیادی ایجاد کند و دقت استفاده از تبدیل فوریه به دلیل ماهیت اولیه تصویر پایین خواهد بود. اما به هر حال روش ما یک روش بهینه شده است که قطعا نسبت به تبدیل رادن دقت بالاتر و خطای کمتری را تحمیل خواهد کرد.

۵-۴- تصویر واقعی از تاکسی در حال حرکت:

مثال بعدی تصویر واقعی تاکسی در حال حرکت شکل ۵-۸ است:



شکل ۵-۸- تصویر واقعی یک تاکسی در حال حرکت

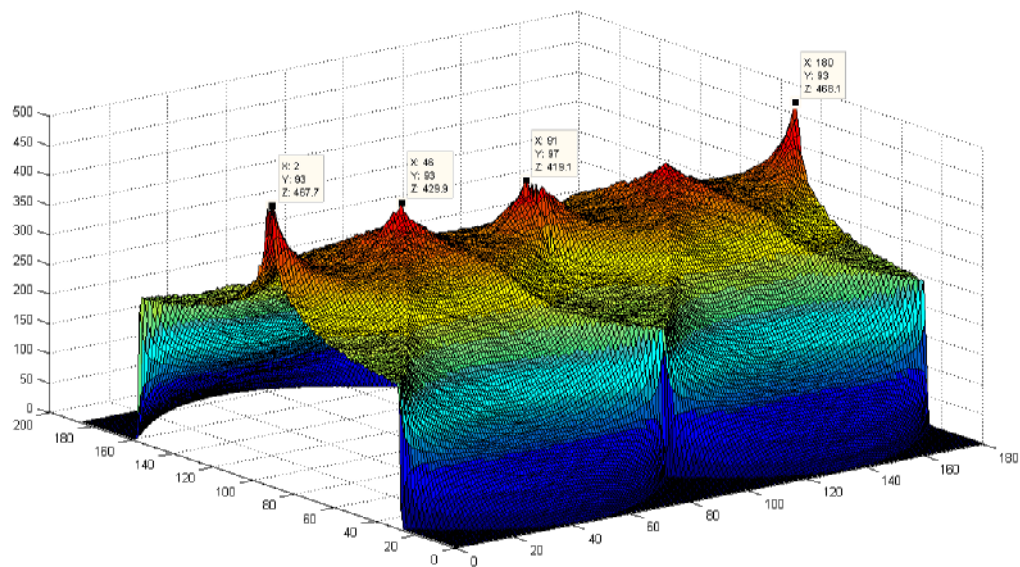
ابعاد این تصویر $3 \times 992 \times 366$ است. و طول ماتی حقیقی آن ۶۶ پیکسل است.

یک نمونه با ابعاد 129×129 را از وسط تصویر بالا انتخاب می کنیم:



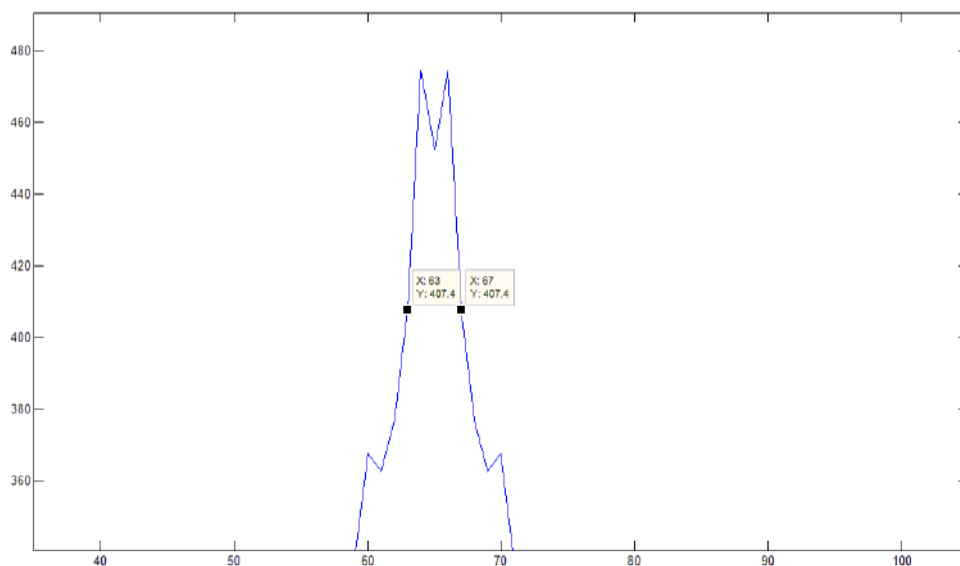
شکل ۵-۹- انتخاب ناحیه ای از شکل اولیه برای تخمین سرعت

سپس بر روی تبدیل فوریه دو بعدی آن تبدیل رادن را اعمال می کنیم:



شکل ۵-۱۰- اعمال تبدیل رادن بر روی تصویر تاکسی

مقدار ماکزیمم تبدیل رادن در زاویه ۱۸۰ درجه اتفاق می افتد و بعد از آن در نقطه ۲ درجه. زاویه ۱۸۰ در حقیقت همان زاویه صفر است. با رسم نمودار مجموع شدت روشنایی تبدیل فوریه برای زاویه صفر درجه خواهیم داشت:



شکل ۵-۱۱- مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه صفر درجه

و فاصله بین دو شکست اول برابر با $67 - 63 = 4$ خواهد بود و باتوجه به ابعاد پنجره تصویر نمونه (بخش بندی ای از تصویر اولیه) و ابعاد تبدیل فوریه دو بعدی که هر دو ۱۲۹ انتخاب شده طول ماتی برابر با

$$\frac{129}{2} = 64.5$$

یعنی ۶۴ خواهد شد. در این حالت خاص اندازه جواب تبدیل رادن با الگوریتم ما یکی خواهند بود.

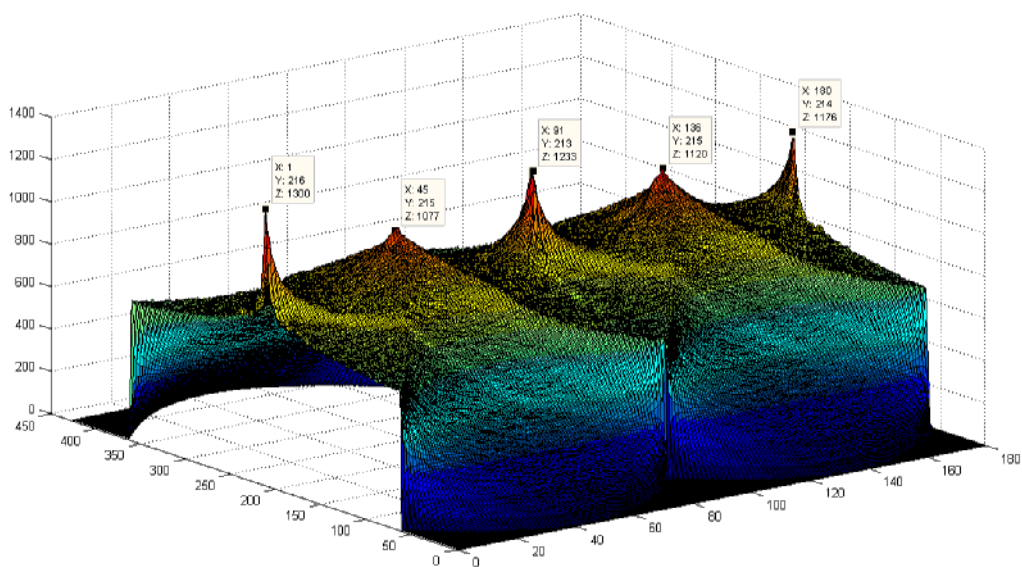
حال ابعاد پنجره ناحیه بندی را مقادیر دیگر انتخاب می کنیم:

اگر این مقدار را ۳۰۰ انتخاب کنیم نمونه زیر را خواهیم داشت:



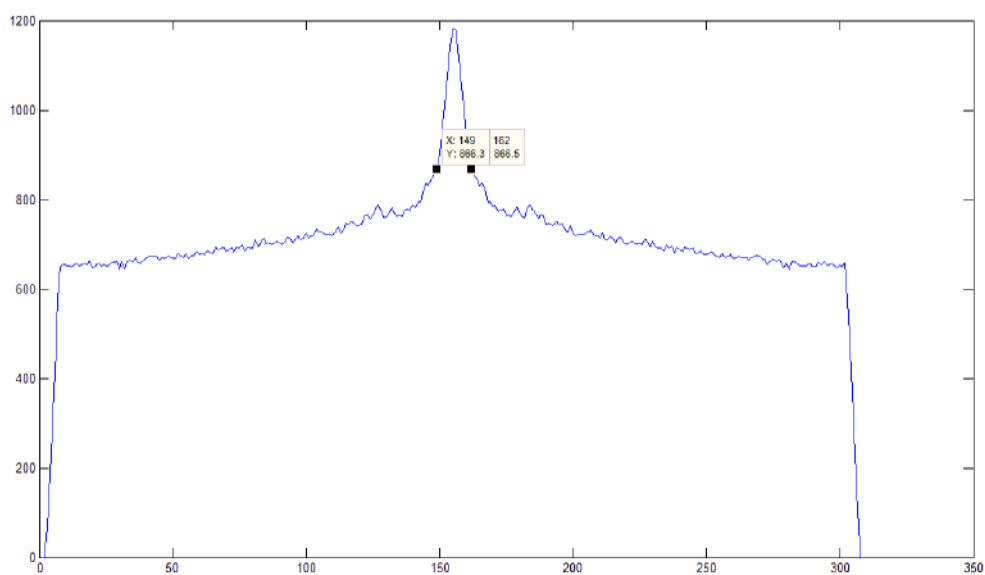
شکل ۵-۱۲- انتخاب بخش بندی ای دیگر برای تصویر تاکسی به ابعاد ۳۰۰

با اعمال تبدیل فوریه دو بعدی به ابعاد ۳۰۰ و سپس تبدیل رادن گرفتن داریم:



شکل ۵-۱۳- تبدیل رادن مرتبط با بخش بندی اندازه ۳۰۰

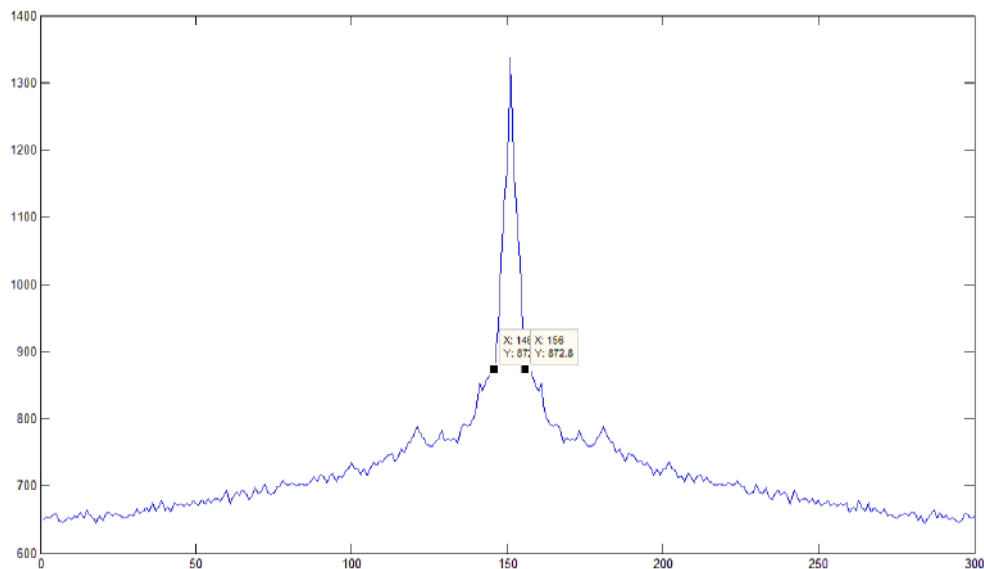
که مقدار ماکزیمم برای زاویه ۱ درجه خواهد بود و نمودار مجموع روشنایی های آن به صورت شکل زیر خواهد شد:



شکل ۵-۱۴- مجموع شدت روشنایی برای بخش بندی ابعاد ۳۰۰ و زاویه ۱

و فاصله دو شکست اول $162 - 149 = 13$ و طول ماتی طبق فرمول $\frac{300}{6.5} = 46.15$

خواهد شد که به اندازه ۲۰ پیکسل خطا همین یک درجه خطا در تشخیص زاویه در پی خواهد داشت و الگوریتم ما بهترین پاسخ شدت روشنایی را به صورت زیر خواهد داشت:



شکل ۵-۱۵- مجموع شدت روشنایی ها برای زاویه صفر

که فاصله موجود $156 - 146 = 10$ خواهد بود. که این شکل برای زاویه صفر درجه حاصل گردید. پس الگوریتم ما زاویه را صفر و طول ماتی را ۶۰ پیکسل تشخیص داد یعنی ۲۱٪ نتیجه تخمین طول را در موردی که ابعاد بخش بندی ما ۳۰۰ بود بهبود بخشیده است.

برای ابعاد دیگر هم نتیجه الگوریتم ما بهینه شده و بهبود یافته نتیجه تبدیل رادن خواهد بود.

۵-۵- عکس هایی با کیفیت بالا

در این قسمت تعدادی عکس با تفکیک پذیری بالا از خودرو هایی که جهت حرکت آنها موازی با صفحه ی دوربین بوده است انتخاب کرده و الگوریتم پیشنهادی (ترکیب بازگشتی رادن و طیف فوریه) خودمان را با الگوریتم رادن ارائه شده در فصل سوم مورد مقایسه قرار داده ایم.

اولین تصویر انتخاب شده تصویری است با ابعاد $3 \times 1600 \times 1200$ که در شکل زیر آمده است:



شکل ۵-۱۶- عکس هایی با تفکیک پذیری بالا و مناسب برای تخمین سرعت

برای این تصویر بخش بندی را به صورت زیر با ابعاد 255×255 انتخاب کرده ایم:



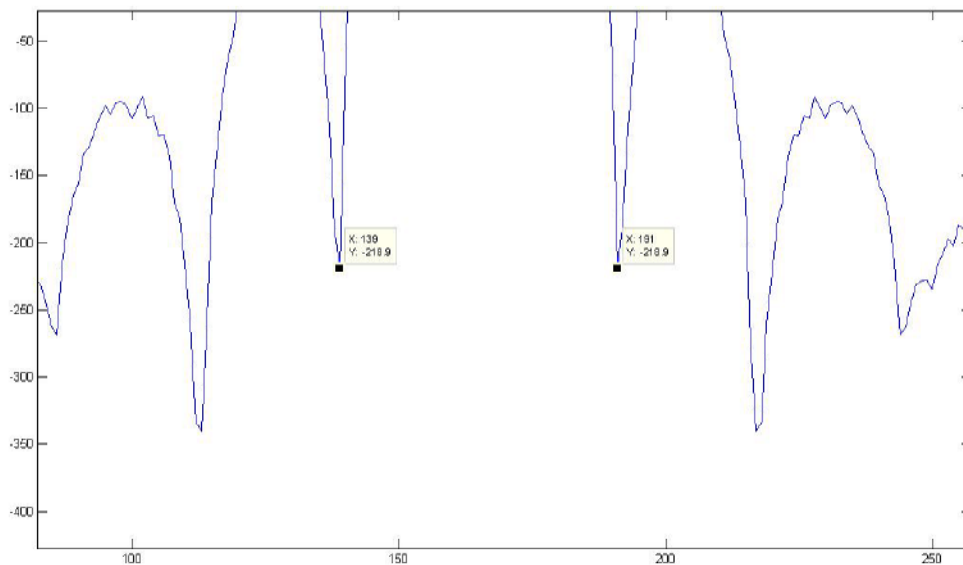
شکل ۵-۱۷- انتخاب بخش بندی

حال برای طول ماتی ها و زوایای مختلف نتایج این دو الگوریتم را نسبت به هم مقایسه می کنیم:

برای طول ماتی ۱۰ و زاویه ۲۰ درجه :

الگوریتم رادن زاویه را ۱۶ درجه و طول را ۱۲ پیکسل (۱۱,۵۹) تخمین می زند با مقدار دو مینیمم با مجموع روشنایی های ۵۹. الگوریتم ما با حرکت به سمت زاویه ۱۷ درجه طول را ۱۱ پیکسل (۱۱,۰۸) با مقدار دو مینیمم اول مجموع روشنایی های ۹، برای زاویه ۱۸ درجه، طول را ۱۱ پیکسل (۱۰,۶) با مقدار دو مینیمم اول ۵۷-، برای زاویه ۱۹ درجه طول را ۱۰ پیکسل (۹,۸) با مقدار دو مینیمم اول ۱۳۲-، برای زاویه ۲۰ درجه طول را ۱۰ پیکسل (۹,۸) با مقدار دو مینیمم اول ۲۱۸- و برای زاویه ۲۱ درجه طول را ۱۰ پیکسل (۹,۸) با مقدار دو مینیمم اول ۱۶۸- خواهد داد. و به این ترتیب با دور شدن زاویه از ۲۰ درجه مقدار دو مینیمم اول مجموع شدت روشنایی ها نیز به سمت عدد مثبت تری حرکت می کنند.

در بین این مقادیر جواب انتخابی الگوریتم ما آن جوابی است که دو مینیمم اول آن کوچکترین عرض را داشته باشند یعنی عرض ۲۱۸- که مربوط به زاویه ۲۰ درجه است و در شکل ۵-۱۸ نمایش داده شده است.



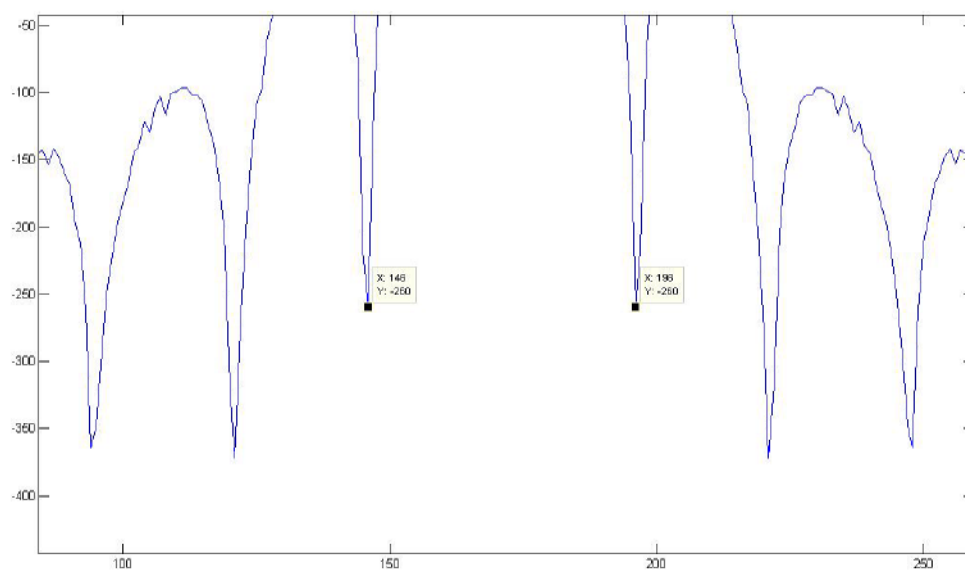
شکل ۵-۱۸- دارای کمترین مقدار برای دو مینیمم اول برای زاویه دوران ۲۰ درجه

و طبق فرمول ارائه شده در فصل ۴ دارای طول ماتی ۱۰ پیکسل است، یعنی خطای تخمین زاویه را ۲۰٪ بهبود داده و طول را نیز ۱۶٫۶٪ بهبود داده است.

به طریق مشابه برای طول ماتی ۱۰ پیکسل و زاویه ماتی ۲۵ درجه خواهیم داشت:

الگوریتم رادن زاویه را ۲۷ درجه طول را ۹ پیکسل (۹،۱) با مقدار دو مینیمم اول ۸۹-، الگوریتم بازگشتی ما زاویه ۲۸ درجه را ۹ پیکسل (۸،۶) با مقدار دو مینیمم اول ۵۰-، زاویه ۲۶ درجه را ۱۰ پیکسل (۹،۸) با مقدار دو مینیمم اول ۱۶۹-، زاویه ۲۵ درجه را ۱۰ پیکسل (۱۰،۲) با مقدار دو مینیمم اول ۲۶۰-، زاویه ۲۴ درجه را ۱۰ پیکسل (۹،۸) با مقدار دو مینیمم اول ۱۵۹- و...

در بین این مقادیر جواب نهایی الگوریتم ما آن جوابی است که دو مینیمم اول آن کوچکترین عرض را داشته باشند یعنی عرض ۲۶۰- که مربوط به زاویه ۲۵ درجه است و در شکل ۶-۴ نمایش داده شده است.



شکل ۵-۱۹- دارای کمترین مقدار برای دو مینیمم اول برای زاویه دوران ۲۵ درجه

و طبق فرمول ارائه شده در فصل ۴ طول ماتی ۱۰ پیکسل است، یعنی خطای تخمین زاویه را ۰.۸٪ بهبود داده و طول را نیز ۰.۷٪ بهبود داده است.

فهرست منابع و مراجع

فهرست مراجع و منابع انگلیسی:

(منابع و مراجع به ترتیب اهمیت و استفاده آنها در متن آورده شده است به همین دلیل شماره گذاری آنها در متن به صورت متوالی نمی باشد.)

[1] Deblurring Images Using Cepstrum Analysis , Submitted to Dr. Becker Department of Electrical and Computer Engineering ,SPRING 2006

[2] Huei-Yung Lin , "Vehicle Speed Detection and Identification from a Single Motion Blurred Image" Department of Electrical Engineering, National Chung Cheng University Chia-Yi, 621, Taiwan, Proceedings of the Seventh IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV/MOTION'05)

[3] Huei-Yung Lin and Kun-Jhih Li, "Motion Blur Removal And Its Application To Vehicle Speed Detection" Department of Electrical Engineering National Chung Cheng University Chia-Yi, 621, Taiwan, 2004 International Conference on Image Processing (ICIP)

- [4] Huei-Yung Lin Department of Electric al Engineering, National Chung Cheng University Chia -Yi, 621,Taiwan, Kun-JhihLiy, "Vehicle Speed Estimation from Single Still Images Based, on Motion Blur Analysis" Department of Electric al Engineering, National Chung Cheng University, Chia -Yi, 621 , Taiwan, MVA2005 IAPR Conference on Machine Vision Applications, May 16-18, 2005 Tsukuba Science City, Japan
- [5] Gholam ali rezai rad, Javad mohamadi, "Vehicle Speed Estimation Based On The Image" SETIT 2007 4th International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications, March 25-29, 2007 – TUNISIA
- [6] Navid Norouzi and Mohsen Ebrahimi Moghaddam "Motion Blur Identification Using Image derivative", (IEEE Member), Electrical and Computer Engineering Department, Shahid Beheshti University G.C; Tehran, Iran, 2008 IEEE
- [7]Muhsen Ebrahimi Mughaddam and Mansour Jamzad, “finding point spread function of motion blur using RADON TRANSFORM and modeling the motion length”, Proceedings of 18-21 Dec. 2004. the Fourth IEEE International Symposium
- [8]Y. Yitzhaky. 1. Mor, A. Lantzman, and N.S. Kopeika, “Direct method for restoration of motion blurred images,” Journal of the Optical Society of America, vol. 15, no. 6, pp. 1512-1519, June 1998.
- [9] Amit Agrawal Yi Xu Mitsubishi "Coded Exposure Deblurring: Optimized Codes for PSF Estimation and Invertibility" Electric Research Labs (MERL) 201 Broadway, Cambridge, MA, USA
- [10] Schuon and K. Diepold. "Comparison of Motion Deblur Algorithms and Real World DeploymentS" Paper on IAC 2006, 2006
- [11] cepstrum <http://www.soulinvitation.com/cepstrum/index.html>
- [12] S. Nayar. Shape from focus system. In IEEE Computer Vision and Pattern Recognition, pages 302–308, 1992.
- [13] Joao P. A. Oliveira, Mario A. T. Figueiredo, and Jose M. Bioucas-Dias" Blind Estimation of Motion Blur Parameters For, Image Deconvolution",
- [14] Felix Krahmer, Youzuo Lin, Bonnie McAdoo, Katharine Ott, Jiakou Wang, David Widemannk "BLIND IMAGE DECONVOLUTION, MOTION BLUR ESTIMATION" Mentor: Brendt Wohlberg , August 18, 2006.
- [15] Muhsen Ebrahimi Mughaddam and Mansour Jamzad, “Motion blur using identigication in noisy images using fuzzy sets”, Symposium on signal processing and Information IEEE, 2005. Technology
- [16] Stanley J. Reeves, “Fast image restoration without boundary artifacts”, IEEE Transactions on image processing, VOL. 14, NO. 10, October 2005.
- [17] B. Bascle, A. Blake, and A. Zisserman. "Motion deblurring and super-resolution from an image sequence". In European Conference on Computer Vision, pages II:573–582, 1996.

- [18] M. Banham and A. Katsaggelos. "Digital image restoration". IEEE Signal Processing Magazine, 14(2):24–41, March 1997.
- [19] G. Brostow and I. Essa. "Image-based motion blur for stop motion animation." In SIGGRAPH 01 Conference Proceedings, pages 561–566. ACM SIGGRAPH, Aug. 2001.
- [20] John Bell "Basic GPS Navigation A practical guide to GPS navigation."
- [21] B. Zagar, 'A Laser-Interferometer Measuring Displacement with Nanometer Resolution', IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. 43, No. 2, 1994, pp. 332–336
- [22] Image Processing Toolbox™ 6 User's Guide MATLAB
- [23] Carsten Højlund "The Radon Transform", Aalborg University, VGIS, 07gr721, November 12, 2007
- [24] F. Chv_ala "ON THE INVERSE RADON TRANSFORM", Institute of Thermomechanics AS CR, v.v.i.
- [25] "Qiaoping Zhang and Isabelle Couloigner Accurate Centerline Detection and Line Width Estimation of Thick Lines Using the Radon Transform"
- [26] ESTIMATION OF ANISOTROPIC GAUSSIAN FIELDS THROUGH RADON TRANSFORM
- [27] Peter W. Cary, Sensor Geophysical Ltd "The simplest discrete Radon transform"
- [28] AGARWALA, A., DONTCHEVA, M., AGRAWALA, M., DRUCKER, S., COLBURN, A., CURLESS, B., SALESIN, D., AND COHEN, M. 2004. Interactive digital photomontage. ACM Transactions on Graphics 23, 3 (Aug.), 294–302.
- [29] Xing Yu Qi, Li Zhang, Chew Lim Tan, "Motion Deblurring for Optical Character Recognition" School of Computing, National University of Singapore
- [30] M. Cannon, "Blind deconvolution of spatially invariant image blurs with phase," IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process. ASSP-24, 58–63 (1976).
- [31] Y. Yitzhaky, I. Mor, A. Lantzman, and N. Kopeika. "Direct method for restoration of motion blurred images." Journal of the Optical Society of America, 15(6):1512–1519, June 1998.
- [32] James G. Nagy, an Review of "Deblurring Images – Matrices, Spectra, and Filtering," by Christian Hansen, and Dianne P. O'Leary, SIAM Publisher, Philadelphia, 2006. AMS
- [33] MAN MOHAN SONDHI "Image Restoration: The Removal OF Spatially Invariant Degradations "
- [34] , P. C. Hansen, J. G. Nagy, and D. P. O'Leary "Deblurring Images Matrices, Spectra and Filtering"

[35]Huei-Yung Lin and Chia-Hong Chang , “Automatic Speed Measurement of Spherical Object Using an Offthe shelf Digital Camera”, Proceedings of the 2005 IEEE, International July 10-12, 2005, Taipei, Taiwan. «Conference o Mechatronics

[36] D. J. Dailey/ L.Li, “An Algorithm to Estimate Vehicle Speed Using Un-Calibrated Cameras”, Intelligent transportation systems, IEEE ITSC'99 , 5-8 October 1999 , Tokyo, Japan .

[37]Todd N.SCHOEPFLIN, and Daniel J.DAILEY, “Algorithms for calibrating roadside traffic cameras and estimating mean Vehicle Speed”, IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 14-17 June, 2004, Parma, Italy

[38]Mei Yu, Gangyi Jig, and Bokang Yu, “An integrative method for video based traffic parameter extraction in ITS”, The IEEE Asia-Pacific Conference, 4-6 Dec 2001.

[39] Amit Agrawal, Yi Xu, Ramesh Raskar and Jack Tumblin "Motion Blur Datasets and Matlab Codes"

[40]T. Schoepflin and D. Dailey. "Dynamic camera calibration of roadside traffic management cameras for vehicle speed estimation" IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems, 4(2):90–98, June 2003.

[41] D. Tull and A. Katsaggelos. "Iterative restoration of fast moving objects in dynamic image sequences." Optical Engineering, 35(12):3460–3469, December 1996.

[42]M. Sondhi. Image restoration:" The removal of spatially invariant degradations." Proceedings of IEEE, 60(7):842–853, July 1972

[43] S.K . K ang, Y.C. Choung, and J .K . Paik, " Segmentation based image restoration for multiple moving objects with di_ferent motions," IEEE International C onference on Im age Processing, pp. 376-380, 1999.

[44] سلسله گزارشات بررسی سیستمهای ناوبری ماهواره‌ای **GPS** ، مرکز مطالعات و اطلاع رسانی .سازمان هواپیمایی کشوری، cao.ir

[45] شهرام محمد نژاد- محمد حسین حاجی میر سعیدی. کاربرد FMCW در فاصله یابی لیزری و LIDAR ، دانشگاه علم و صنعت ایران- دانشکده برق

[46] George Vosselman and George Sitholen "Aerial Laser Scanning Claus Brenner with contributions"

[47] [http:// WWW.Lidar.com](http://WWW.Lidar.com)

[48] www.ccrs.nrcan.gc.ca

[49] [http:// science.howstuffworks.com/radar](http://science.howstuffworks.com/radar)

[50]<http://w.copradar.com/preview/chap 2>

- [51] Shengyang Dai and Ying Wu , "Motion from Blur" , EECS Department, Northwestern University, Evanston, IL 60208, USA
- [52] R. C. Gonzalez, R. E. Woods and S. L. Eddins, "Digital Image Processing ,using MATLAB." Pearson Education, Inc., 2004
- [53] R. Gonzalez and R. Woods. " Digital Image Processing," 2nd Edition. Prentice Hall, 2001.
- [55] Ting-Chung Poon Contemporary Optical Image Processing with MATLAB ,
- [56] "Fundamentals of Digital Image Processing". A. K. Jain, Prentice-Hall, Inc., 1989
- [57] Biosignal and Biomedical Image Processing MATLAB B-Based Applications
- [58] Gérard Blanchet Maurice Charbit " Digital Signal and Image Processing using MATLAB",
- [59] Jerry D. Gibson Southern "Image And Video Processing," Methodist University
- [60] C. R. MacCluer, " A Matlab Primer" , February 24, 2004
- [61] Barun Singh "Bayesian Approaches to Bilinear Inverse Problems Involving Spatial Evidence : Color Constancy and Blind Image Deconvolution"
- [62] Andrzej CICHOCKI, Shun-ichi AMARI "Adaptive Blind Signal and Image processing,"
- [63] Ian T. Young ,Jan J. GerbrandsLucas J. van Vliet "Fundamentals of Image Processing " ,
- [64] Bernd Jähne "DigitalImage Processing" ,5th revised and extended edition,
- [65] WILLIAM K. PRATT , PixelSoft, Inc. Los Altos " DIGITAL IMAGE PROCESSING" Fourth Edition, California
- [66] AlasdairMcAndrew , "An Introduction to Digital Image Processing with Matlab" , Semester 1, 2004 School of Computer Science and Mathematics, Victoria University of Technology
- [67] JOHN L. SEMMLOW , *Robert Wood Johnson Medical School , New Brunswick, New Jersey, U.S.A. Rutgers University , Piscataway, New Jersey, U.S.A.* Copyright 2004

Abstract:

Various methods are available to estimate the speed such as ultrasonic methods, magnetic methods, radar methods, infrared methods, laser methods, video sequence methods, GPS ,

In recent years novel approaches to determine the speed based on the image to a static camera has been proposed based on a single image taken by a stationary camera. In this approach speed of object is estimated, using parameters that include length blur and direction blur.

Due to the relative motion between the camera and moving object for an extended period of camera exposure time, motion blur will occur in a region of the image corresponding to the dynamic object.

In the scene for any fixed time interval, the displacement of the vehicle in the image proportional to the amount of blur caused by the imaging process. The displacement shows itself as blurring the moving object in the period that shutter camera is open. Shutter time is camera intrinsic feature. To determine the speed, exact determine the parameters of blur is important, so that whatever these parameters are estimated more accurately, the speed will be achieved more accurately.

In this thesis with aid Radon transform and Fourier transform and combining and integrating these two methods, the new method will be presented that will be estimate more accurately the parameters of blur. This method has several advantages and estimates the length blur and the direction blur with high accuracy. For investigate this method, several synthetic image and real image has been used. Also high accuracy of this method relation than other methods and previous approach will be compared.

This method is a recursive methods that calculating several numbers of default value, most accurate and most appropriate blur length and direction finally will be achieved. Accuracy of this algorithm for synthetic image and real image will be assessed.

Key words: blur image, blur length, direction of blur, Fourier transform



Shahrood University of Technology
Faculty of Electrical and Robotic Engineering

**Estimation of speed by means of
Single motion blurred image**

Under supervision of
Dr. Ali Soleymani

Consultant Dr. Hossein Marvi

By
Arash Azhdary

A Thesis Presented to the Faculty of Electrical and Robotic Engineering

in partial fulfillment of the requirements for the degree of

Master of Science

in

Electronics Engineering

Summer 2010