دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در مهندسی برق- مخابرات

عنوان:

تثبیت سازی بلادرنگ تصاویر ویدئویی برای ارتباطات ویدئویی

اساتید راهنما:

دکتر مهدی رضائی

دکتر فرحناز مهنا

تحقیق و نگارش:

محمد جواد تناکیان

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

پاییز ۱۳۹۰

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان تثبیت سازی بلادرنگ تصاویر ویدئویی برای ارتباطات ویدئویی قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق- مخابرات توسط دانشجو محمد جواد تناکیان با راهنمایی اساتید پایان نامه آقای دکتر رضائی و خانم دکتر فرحناز مهنا تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

محمد جواد تناکیان

این پایان نامه ..... واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ..... توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی **امضاء** **تاریخ**

استاد راهنما:

استاد راهنما:

استاد مشاور:

داور ۱:

داور ۲:

نماینده تحصیلات تکمیلی:

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب محمد جواد تناکیان تعهد می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: محمد جواد تناکیان

امضاء

تقدیم به:

پدرم

که وجودش برایم همه مهر است.

او که پاکی و صداقتش الگوی همیشگی زیستنم است.

در برابر وجودش زانوی ادب بر زمین می نهم و

با دلی مالامال از عشق و محبت بر دستانش

بوسه میزنم.

مادرم

او که توانش رفت تا به توانایی برسم

و مویش سپیدی گرفت تا رویم سپید بماند.

صدای روح بخشش دلگرمی من و دعای خالصانه‌اش

گره گشای کار من است.

و به یاد :

دوستان بسیار عزیزم که دوستانه و هم مسیر لحظه‌های شادی را درکنار یکدیگر خاطره کردیم.

آقای محمد امیر الله‌دادی

آقای شایان اسفراینی

آقای رشید عباس‌پور

آقای همایون جباری

آقای احسان ولیان

که زیبایی سال‌های دانشجویی‌ام را به همراهی‌شان، در اندیشه و یادم، جاودانه کردند.

سپاسگزاری

با تقدیر و تشکر فراوان از :

جناب آقای دکتر مهدی رضائی

استاد راهنمای عزیزم که مهربانانه و با دانش و پویایی من را در این مسیر یاری نمودند.

سرکار خانم دکتر فرحناز مهنا

استاد راهنمای محترم که بزرگوارانه من را به علم خویش همراهی نمودند.

چکیده:

تثبیت‌سازی ویدئویی موجب حذف لرزش‌ها و تکان‌های ناخواسته دوربین از تصویر ویدئویی می‌گردد. در این پژوهش چند الگوریتم جدید برای تثبیت‌سازی به کمک روش‌های رقمی پیشنهاد می‌گردد. الگوریتم اول از یک فیلتر پائین ساده با پاسخ ایمپالس نامحدود یا IIR استفاده می‌کند که با توجه به شتاب و سرعت حرکت دوربین مشخصه فیلتر تنظیم می‌شود و با اعمال فیلتر روی مسیر حرکت دوربین حرکات ناخواسته دوربین حذف می‌شود. الگوریتم پیشنهادی دوم یک سیستم فازی به الگوریتم قبلی اضافه می‌کند تا ضریب هموارسازی فیلتر IIR به طور وفقی با توجه به مشخصات سرعت و شتاب حرکت عمدی دوربین و همچنین میزان حرکات ناخواسته تنظیم گردد. همچنین خود سیستم فازی نیز در طول عمل فیلم‌برداری براساس مشخصات نویز دوربین به طور پیوسته و انطباقی تنظیم می‌گردد. در الگوریتم دیگری ترکیب یک سیستم فازی و یک فیلتر کالمن پیشنهاد شده است. بعلاوه روشی نیز برای ارزیابی عددی و مقایسه عملکرد الگوریتم‌های تثبیت‌سازی پیشنهاد شده است. نتایج عملی و آزمایشی کارایی خوبی را برای الگوریتم‌های پیشنهادی نشان می‌دهند.

کلمات کلیدی: وفقی - تثبیت‌سازی ویدئویی رقمی- تخمین حرکت - رمزگذاری ویدئو - فیلتر کالمن - تطبیق بلوک - IIR فیلتر - ارزیابی عددی - مدل کردن حرکت دوربین - بلادرنگ.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱
۱-۱-انگیزش ۲
۱-۲-هدف ۳
۱-۳-رئوس پایان نامه ۴
فصل دوم: روش‌های تثبیت‌سازی تصاویر ویدئویی ۵
۲-۱- مقدمه ۶
۲-۲- تثبیت‌سازی ویدئویی مکانیکی ۷
۲-۳- تثبیت‌سازی ویدئویی نوری ۹
۲-۴- تثبیت‌سازی ویدئویی رقمی ۱۰
فصل سوم: تثبیت‌سازی ویدئویی رقمی ۱۲
۳-۱- مقدمه ۱۳
۳-۲-تخمین حرکت دوربین ۱۴
۳-۲-۱- تثبیت‌سازی رقمی دو بعدی ۱۵
۳-۲-۱-۱- تخمین بردار حرکت محلی ۱۶
۳-۲-۱-۲- تطبیق روی صفحات با سطح روشنایی تک‌بیتی(BPM) ۱۹
۳-۲-۱-۳- تطبیق روی صفحات تک‌بیتی ایجاد شده با چندین سطح روشنایی تک بیتی (MBPM) ۲۱
۳-۲-۱-۴- تطبیق به کمک تبدیل تک‌بیتی(1BT) ۲۲
۳-۲-۱-۵- تطبیق توسط تبدیل تک بیتی استخراج لبه(BET) ۲۴
۳-۲-۱-۶- تخمین حرکت دوربین به کمک تکنیک زیر تصویر ۲۶
۳-۲-۱-۷- ترکیب تثبیت‌سازهای ویدویی رقمی با رمزگذارها و رمزگشاهای ویدئویی ۲۷
۳-۲-۱-۸- تثبیت‌سازی تصویر هنگام بزرگ‌نمایی ۳۰
۳-۲-۲- تثبیت‌سازی چند بعدی ۳۲
۳-۲-۳- تخمین بردار حرکت سراسری ۳۴
۳-۲-۳-۱- تخمین حرکت دوربین به کمک تکنیک جستجوی هدف ۳۵
۳-۲-۳-۲- تخمین حرکت دوربین به کمک هیستوگرام مربعی ۳۶
۳-۲-۳-۳- تخمین حرکت دوربین به کمک تکنیک میانگین‌گیری روی بردارهای حرکت محلی ۳۹

۳-۲-۳-۴- تخمین حرکت دوربین به کمک تکنیک‌های داده‌کاوی ۳۹
۳-۲-۴- صحت سنجی بردارهای حرکت محلی ۳۹
۳-۳- تصحیح حرکت دوربین ۴۱
۳-۳-۱- فیلترهای پایین‌گذر ۴۲
۳-۳-۲- فیلتر کالمن ۴۴
۳-۳-۳- فیلترهای فازی ۴۷
۳-۴- تصحیح سازی تصویر ۵۰
۳-۵- ارزیابی الگوریتم‌های تثبیت‌سازی رقمی ۵۲
فصل چهارم: الگوریتم‌های پیشنهادی و نتایج ۵۶
۴-۱- مقدمه ۵۷
۴-۲- تخمین حرکت دوربین ۵۹
۴-۳- تصحیح حرکت دوربین ۶۲
۴-۳-۱- فیلتر IIR وفقی ۶۳
۴-۳-۲- فیلتر IIR وفقی به کمک سیستم فازی ۶۷
۴-۳-۳- فیلتر کالمن فازی ۷۴
۴-۴- ارزیابی عددی الگوریتم های تثبیت سازی ۸۱
۴-۵- مقایسه سه فیلتر پیشنهادی ۸۸
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۹۰
۵-۱- نتیجه‌گیری ۹۱
۵-۲- پیشنهادات ۹۵
مراجع ۹۶

فهرست جدول‌ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۳-۱. عملکرد معیارهای فقدان خصیصه و نسبت سیگنال به نویز پایین در حذف بردارهای حرکت محلی نادرست برای سه تصویر ویدئویی مختلف ۴۱

جدول ۳-۲. معادلات مربوط به بخش‌های پیشگویی و تصحیح در فیلتر کالمن ۴۶

جدول ۴-۱. مقادیر مرکزی خروجی سیستم فازی. ۶۹

جدول ۴-۲. تنظیمات مربوط به سیستم فازی پیشنهادی ۷۰

جدول ۴-۳. مقادیر مرکزی خروجی سیستم فازی ۷۴

جدول ۴-۴. نتایج آماری حاصل شده برای دوازده مولفه اول فرکانسی حرکت‌های تخمین زده شده دوربین ۸۳

جدول ۴-۵. نتایج حاصل از محاسبه معیار خطا ۸۸

جدول ۴-۶. نتایج حاصل از محاسبه معیار خطا ۸۸

جدول ۴-۷. نتایج حاصل از محاسبه معیار خطا برای دو سیستم فازی پیشنهادی ۸۹

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۲-۱. یک نمونه (الف) ژایرو، (ب) شتاب‌سنج ۷

شکل ۲-۲. دو نمونه از سکوهایی که در تثبیت‌سازی مکانیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند ۸

شکل ۲-۳. عملکرد عدسی‌های شناور برای ایجاد تصویر ثبت شده در سیستم‌های تثبیت‌ساز نوری ۹

شکل ۲-۴. ایجاد نواحی تعریف نشده در (الف) فریم تثبیت شده به دلیل جابه‌جایی فریم اصلی، (ب) فریم اصلی ۱۱

شکل ۳-۱. بلوک دیاگرام کلی فرآیند یک الگوریتم تثبیت‌ساز رقمی. ۱۳

شکل ۳-۲. چند فریم نمونه در یک توالی (الف) تثبیت شده و (ب) تثبیت نشده. ۱۴

شکل ۳-۳. تقسیم‌بندی فریم جاری به یک سری بلاک ۱۶

شکل ۳-۴. منطقه جستجو برای بلاک جاری در فریم مرجع ۱۷

شکل ۳-۵. بردارهای حرکت محلی محاسبه شده بین دو فریم متوالی ۱۸

شکل ۳-۶. استخراج تصاویری با سطح روشنایی بیتی، (الف) تصویر خاکستری اصلی، (ب) هشت تصویر با سطح بیتی ایجاد شده از تصویر خاکستری اصلی ۲۱

شکل ۳-۷. بلوک دیاگرام الگوریتم تبدیل تک‌بیتی ۲۳

شکل ۳-۸. (الف) نتیجه حاصل از اعمال تبدیل تک بیتی روی فریم نمونه، (ب) فریم نمونه ۲۴

شکل ۳-۹. بلوک دیاگرام الگوریتم استخراج لبه و تولید تصویر باینری از یک تصویر خاکستری ۲۵

شکل ۳-۱۰. (الف) نتیجه حاصل از الگوریتم استخراج لبه و تولید تصویر باینری، (ب) فریم خاکستری نمونه ۲۵

شکل ۳-۱۱. محل قرارگیری زیرتصویرها در فریم در دو حالت چهار و دو زیرتصویری ۲۶

شکل ۳-۱۲ . ساختار کلی به کار رفته در یک رمزگذار ویدئویی ۲۸
شکل ۳-۱۳. بلوک دیاگرام ترکیب یک تثبیت‌ساز ویدئویی را با یک رمزگذار ویدئویی ۲۸
شکل ۳-۱۴. بلوک دیاگرام ترکیب یک تثبیت‌ساز ویدئویی را با یک رمزگشای ویدئویی ۲۹
شکل ۳-۱۵. بلوک دیاگرام ترکیب یک تثبیت‌ساز ویدئویی را با یک رمزگشای ویدئویی ۲۹
شکل ۳-۱۶. بردارهای حرکت محلی محاسبه شده برای دو فریم متوالی نمونه در حالتی که دوربین در حال بزرگ‌نمایی تصویر است و به صورت ثابت در یک جا مستقر است ۳۰
شکل ۳-۱۷. بردارهای حرکت محلی محاسبه شده برای دو فریم متوالی نمونه در حالت، (الف) بزرگ‌نمایی تصویر همراه با حرکت دوربین (ب) بزرگ‌نمایی تصویر بدون حرکت دوربین. ۳۱
شکل ۳-۱۸. بردارهای حرکت محلی محاسبه شده برای یک دوربین در حال چرخش ۳۱
شکل ۳-۱۹. عملیات ثبت تصویر ۳۳
۳-۲۰. عملیات منطبق نمودن دو تصویر به روش انطباق نقاط کنترل ۳۴
شکل ۳-۲۱. نمایش هدف جستجو و محدوده جستجو برای یک فریم نمونه از ویدئو به کار رفته در نرم افزار مطلب ۳۶
شکل ۳-۲۲. (الف) هیستوگرام ناشی از بردارهای حرکت محلی فریم یک نمونه، (ب) بردارهای حرکت محلی محاسبه شده برای یک فریم نمونه ۳۷
شکل ۳-۲۳. تقسیم بندی یک فریم نمونه به دو ناحیه (الف) پس‌زمینه، (ب) جلو زمینه ۳۸
شکل ۳-۲۴. فریم‌های نمونه جهت ارزیابی عملکرد معیارهای فقدان خصیصه و نسبت سیگنال به نویز پایین، (الف) کتاب، (ب) پارک، (ج) کامپیوتر ۴۱
شکل ۳-۲۵. فرآیند عملکرد فیلتر کالمن ۴۶
شکل ۳-۲۶. اثر تغییرات ضریب Q فیلتر کالمن در هموارسازی حرکت های تخمین زده شده دوربین با در نظر گرفتن یک مقدار ثابت برای ضریب R ۴۷
شکل ۳-۲۷. ساختار اصلی سیستم‌های فازی با فازی‌ساز و غیر فازی‌ساز ۴۸
شکل ۳-۲۸. مجموعه ای از توابع عضویت، که معمولا در سیستم‌های فازی مورد استفاده قرار می‌گیرند ۴۹
شکل ۳-۲۹. بلوک دیاگرام فیلتر کالمن فازی ۵۰

شکل ۳-۳۰. ایجاد نواحی تعریف نشده در (الف) فریم تثبیت شده به دلیل جابه‌جایی فریم اصلی، (ب) فریم اصلی ۵۱
شکل ۳-۳۱. تعریف نمودن نواحی تعریف نشده در فریم تثبیت شده توسط فریم‌های مجاور ۵۱
شکل ۳-۳۲. مقادیر محاسبه شده برای PSNR برای یک ویدئو نمونه در دو حالت تثبیت شده و تثبیت نشده ۵۳
شکل ۳-۳۳. تصحیح جابه‌جایی صورت گرفته میان فریم‌های متوالی به کمک الگوریتم‌های ارائه شده در [۳۸] و [۳۹] ۵۵
شکل ۴-۱. نمونه‌ای از فریم‌های ویدئوهای مورد استفاده قرار گرفته شده (الف) تکان‌های ناخواسته دوربین ناشی از حرکت وسیله نقلیه (ب، ج، د) تکان‌های ناخواسته دوربین ناشی از حرکت دست ۵۸
شکل ۴-۲. الگوریتم بکارگرفته شده جهت تخمین حرکت. دوربین ۵۹
شکل ۴-۳. حذف بردارهای حرکت محلی نادرست توسط دو معیار پیشنهادی (الف) بردارهای تصدیق شده (ب) بردارهای محاسبه شده توسط تکنیک تطبیق بلاک. ۶۱
شکل ۴-۴. جابه‌جایی‌های تخمین زده شده حرکت دوربین میان فریم‌های متوالی در جهت‌های افقی و عمودی ۶۳
شکل ۴-۵. تصحیح جابه‌جایی صورت گرفته میان فریم‌های متوالی به کمک الگوریتم پیشنهادی و مقایسه نتایج با الگوریتم ارائه شده در[۳۹] ۶۶
شکل ۴-۶. توابع تعلق سیستم فازی پیشنهادی (الف) ورودی۱، (ب) ورودی۲، (ج) خروجی، (د) سطح ۷۱
شکل ۴-۷. تصحیح جابه‌جایی صورت گرفته میان فریم‌های متوالی به کمک سیستم فازی پیشنهادی و مقایسه نتایج با الگوریتم‌های پیشنهاد شده در[۳۸] و [۳۹] برای داده‌های واقعی ۷۲
شکل ۴-۸. تصحیح جابه‌جایی صورت گرفته میان فریم‌های متوالی به کمک سیستم فازی پیشنهادی و مقایسه نتایج با الگوریتم‌های پیشنهاد شده در[۳۸] و [۳۹] برای داده‌های مصنوعی ۷۳
شکل ۴-۹. توابع تعلق سیستم فازی پیشنهادی جهت وفقی ساختن فیلتر کالمن، (الف)

ورودی۱، (ب) ورودی۲، (ج) خروجی، (د) سطح ۷۵
شکل ۴-۱۰. تصحیح جابه‌جایی‌های صورت گرفته میان فریم‌های متوالی به کمک سیستم فازی پیشنهادی و مقایسه نتایج با الگوریتم‌های پیشنهاد شده در [۳۸] و [۳۹] برای داده‌های حقیقی ۷۷
شکل ۴-۱۱. تصحیح جابه‌جایی‌های صورت گرفته میان فریم‌های متوالی به کمک سیستم فازی پیشنهادی و مقایسه نتایج با الگوریتم‌های پیشنهاد شده در [۳۸] و [۳۹] برای داده‌های مصنوعی ۷۸
شکل ۴-۱۲. مقایسه عملکرد الگوریتم پیشنهادی در برابر دو فیلتر کالمن بر روی داده‌های حقیقی ۷۹
شکل ۴-۱۳. مقایسه عملکرد الگوریتم پیشنهادی در برابر دو فیلتر کالمن بر روی داده‌های مصنوعی ۸۰
شکل۴-۱۴. حرکت تخمین زده شده حرکت دوربین و حرکت های عمدی دوربین در کنار هم ۸۱
شکل ۴-۱۵. حرکت‌های تخمین زده شده حرکت دوربین در کنار حرکت‌های عمدی استخراج شده از آن برای یک ویدئو نمونه ۸۳
شکل ۴-۱۶. هیستوگرام و توزیع گوسی در نظر گرفته شده برای هر چهار تا از دوازده مولفه‌های اول فرکانسی حرکت‌های تخمین زده شده حرکت دوربین ۸۵
شکل ۴-۱۷. سیگنال‌های تولید شده به عنوان حرکت‌های عمدی دوربین و قرارگیری نویز تصادفی بر روی هر یک به منظور شبیه سازی حرکات تخمین زده شده دوربین برای یک ویدئو حاوی لرزش‌های ناخواسته (الف) y_1، (ب) y_2 ، (ج) y_3 ۸۶
شکل ۴-۱۸. تصحیح جابه‌جایی صورت گرفته میان فریم‌های متوالی به کمک سیستم فازی پیشنهادی برای فیلتر کالمن و مقایسه نتایج با الگوریتم‌های ارائه شده در[۳۸] و[۳۹] برای حرکت‌های شبیه‌سازی شده حرکت دوربین ۸۷
شکل ۴-۱۹. مقایسه دو فیلتر پیشنهادی ۸۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱- انگیزش

روش‌های ارتقاء تصویر مانند ایجاد تصاویری با تفکیک‌پذیری‌های بالا، فشرده‌سازی و سایر عملیات‌های سطح بالا مانند ردیابی، با افزایش کاربردهای رسانه‌های تصویری رقمی اهمیت بسزایی یافته‌اند. در این میان به دلیل افزایش کیفیت دیداری تصویر ویدئویی، تثبیت‌سازی ویدئویی نیز همانند موارد یاد شده یکی از مهمترین روش‌های ارتقاء تصویر به شمار می‌آید. اگر ما یک تصویر ویدئویی را با دو فریم در نظر بگیریم، تثبیت‌سازی همان ثبت تصویر می‌باشد که یکی از عملیات‌های اساسی و پایه‌ای پردازش تصویر و ارتقاء تصویر به شمار می‌آید.

در زندگی واقعی کاربردهای زیادی وجود دارد که در کنار آن‌ها تثبیت سازهای ویدئویی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. دوربین‌های فیلم برداری دستی یکی از محبوب‌ترین و شناخته شده‌ترین کاربردهای تثبیت کننده‌های ویدئویی محسوب می‌شود که در آن تثبیت‌سازی علاوه بر افزایش کیفیت دیداری ویدئو موجب کاهش نرخ بیت داده بصری و همچنین موجب افزایش کارایی رمزگذارهای ویدئویی نیز می‌گردد. از دیگر کاربردهای تثبیت‌سازهای ویدئویی می‌توان به ارتباطات ویدئویی که معمولا با محدودیت‌هایی از قبیل محدودیت‌های پهنای باند مواجه هستند اشاره نمود. در این رابطه عمل تثبیت سازی ضمن ایجاد تصویری مطلوب‌تر با کاهش نرخ بیت داده باعث می‌شود که برای انتقال داده در کانال‌های ارتباطی به پهنای باند کمتری نیاز داشته باشیم. به این ترتیب می‌توانیم استفاده بهینه‌تری از پهنای باند موجود جهت انتقال داده در کانال‌های انتقال داشته باشیم[۱]. علاوه بر این می‌توان برای تثبیت کننده‌های ویدئویی کاربردهایی چون نظامی، مراقبتی و نظارتی[۲]، کاربردهای هوایی[۳]، ورزشی[۴] و . . . اشاره نمود. روی هم رفته در هر کاربردی که در آن دوربین حین عمل فیلم برداری در یک شرایط پایدار و ثابتی قرار نداشته باشد مانند دوربین‌های نصب شده بر روی اتومبیل‌ها و یا هر نوع سکوی متحرک و در حال حرکت دیگری، تثبیت‌کننده‌های ویدئویی را می‌توان مورد استفاده قرار داد. علاوه بر این‌ها تثبیت‌سازهای ویدئویی را می‌توان برای کاربردهای بلادرنگ و برای شرایط گوناگون شامل ویدئوهایی با دامنه نوسانات لرزشی مختلف نیز بکار برد. فرض کنید شخصی در حین راه رفتن عمل فیلم‌برداری را انجام می‌دهد. از آنجایی که ثابت نگه داشتن دوربین در این شرایط خیلی مشکل است لذا ویدئو گرفته شده در معرض یک سری تکان‌ها و لرزش‌های ناخواسته‌ای قرار می‌گیرد. از سویی دیگر علاوه بر این تکان‌های ناخواسته یک‌سری حرکت‌هایی هم وجود دارد که شخص

فیلم بردار خود به دوربین داده است مانند بزرگ‌نمایی و یا انتقال. نکته مهم جهت داشتن تصاویری مطلوب‌تر در این است که ما باید حرکت‌هایی را که شخص فیلم‌بردار خود به دوربین می‌دهد را حفظ نماییم در حالی‌که حرکت‌های ناخواسته و لرزش‌های دوربین را از فریم‌های ویدئو حذف نماییم. تثبیت‌سازی ویدئویی حرکت‌های غیرعمدی دوربین را حذف می‌کند در حالی‌که حرکت‌های عمدی که توسط خود فیلم‌بردار به دوربین داده می‌شود را حفظ می‌نماید. همچنین ممکن است با اینکه دوربین در جایی به طور ثابت قرار داشته باشد باز هم دوربین تحت یک‌سری تکان‌ها و لرزش‌های ناخواسته قرار بگیرد نظیر اثر باد بر روی دوربین‌های نصب شده در پارک‌ها و مراکز نظارتی و مراقبتی. با این وجود همه این اثرات و لرزش‌ها موجب کاهش کیفیت دیداری ویدئو گرفته شده می‌گردد. همچنین فرض کنید که می‌خواهیم عملیات تشخیص و یا جداسازی اشیاء را روی یک تصویر ویدئویی انجام دهیم. در صورتی که با یک تصویر ویدئویی حاوی تکان‌ها و لرزش‌های ناخواسته و به موجب آن با تصویری با کیفیت دیداری نامطلوب مواجه باشیم، نتیجه کار مطمئنا نتایج خوبی را در پی نخواهد داشت. بنابراین در کاربردهایی که با یک‌سری پردازش‌های ویدئویی سروکار دارند تثبیت‌سازی ویدئویی باید به عنوان یک مرحله پیش پردازش برای کار اصلی در مرحله اول قرار داده شود. که به دنبال آن علاوه بر افزایش کیفیت بصری تصویر به دلیل حذف تکان‌های ناخواسته از فریم های ویدئو، موجب افزایش کارایی سایر عملیات‌های پردازش تصویری که بر روی ویدئو صورت می‌گیرد نیز می‌گردد.

۱-۲- هدف

روی هم رفته تثبیت‌سازی تصاویر ویدئویی به دو صورت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری صورت می‌پذیرد. روش‌های نرم‌افزاری (الگوریتم‌های تثبیت‌ساز رقمی) برخلاف روش‌های سخت‌افزاری (الگوریتم‌های تثبیت‌ساز مکانیکی یا نوری) که جهت انجام عمل تثبیت‌سازی به یک‌سری تجهیزات و ادوات سخت‌افزاری نیاز دارند و تنها برای کاربردهای بلادرنگ مورد استفاده قرار می‌گیرند، نیاز به هیچگونه تجهیزات اضافی ندارند و علاوه بر کاربردهای بلادرنگ برای کاربردهای غیر بلادرنگ نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. تجهیزات بکار رفته در روش‌های سخت‌افزاری علاوه بر افزایش حجم و وزن دوربین موجب افزایش هزینه انجام تثبیت‌سازی نیز می‌گردند که این ویژگی برای دوربین‌های دیجیتال امروزی که رویکردی مبتنی بر سبک وزن بودن و کوچک‌تر بودن را دارند مفید نخواهد بود.

به طورکلی فرآیند تثبیت‌سازی تصاویر ویدئویی به کمک الگوریتم‌های تثبیت‌ساز رقمی دو بعدی شامل سه مرحله تخمین حرکت، تصحیح حرکت و تصحیح تصویر می‌باشد. بردار حرکت سراسری که توسط بخش

تخمین حرکت دوربین تخمین زده می‌شود ممکن است شامل دو جزء اصلی باشد. که این دو جزء به ترتیب حرکات عمدی دوربین مانند حرکات انتقالی دوربین و حرکات غیرعمدی اعمال شده به دوربین مانند تکان‌ها و لرزش‌های ناخواسته وارد شده به دوربین می‌باشند. از این‌رو به منظور ایجاد تصاویر تثبیت شده می‌بایست حرکات غیر عمدی و ناخواسته وارد شده به دوربین از حرکات عمدی دوربین جدا شود. مهمترین چالشی که در این رابطه وجود دارد حذف حرکات ناخواسته دوربین (نویز) و در عین حال دنبال کردن حرکت دوربین می‌باشد. تاکنون الگوریتم‌هایی که در این رابطه پیشنهاد شده است یا حذف نویز خوبی داشته‌اند یا عمل دنبال کردن حرکت دوربین را به خوبی انجام داده‌اند. به همین منظور در این پژوهش سعی شده است با ارائه و پیاده‌سازی الگوریتمی جهت انجام عملیات تثبیت‌سازی ویدئویی با حداقل میزان پیچیدگی محاسباتی و درنگ‌زمانی به کمک الگوریتم‌های تثبیت‌سازی رقمی، ضمن حذف لرزش‌ها و تکان‌های ناخواسته دوربین از تصویر ویدئویی و در عین حال دنبال کردن حرکت دوربین جهت ایجاد تصاویری مطلوب‌تر، استفاده بهینه‌تری از پهنای باند موجود جهت انتقال داده در کانال‌های ارتباطی، بخصوص برای کاربردهایی چون ارتباطات ویدئویی و کاربردهای مربوط به موبایل که قدرت محاسباتی کمتری را دارند را نیز فراهم شود.

۱-۳- رئوس پایان‌نامه

این مطالعه شامل ۵ فصل می‌باشد که فصل اول شامل مقدمه، هدف از انجام تثبیت‌سازی و بیان مشکل می‌باشد. علاوه بر این‌ها هدف از انجام این پژوهش و نیز رئوس مطالب نیز در این فصل ارائه شده است. انواع روش‌های مختلف تثبیت‌سازی ویدئویی نیز در فصل دوم معرفی و بررسی شده‌اند. در فصل سوم مراحل مختلف تثبیت سازی ویدئویی رقمی و همچنین روش‌های ارائه شده برای هر مرحله مورد بررسی قرار گرفته شده است. علاوه بر این‌ها پیش زمینه‌ای از روش‌ها و الگوریتم‌هایی که در این مطالعه از آن‌ها به نوعی استفاده شده است را نیز این فصل تحت پوشش خود قرار داده است. در ادامه در فصل چهارم جزئیات الگوریتم پیشنهادی و همچنین نتایج حاصل شده ارائه و مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته شده‌اند. در پایان در فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه شده است.

فصل دوم

روش‌های تثبیت‌سازی تصاویر ویدئویی

۲-۱- مقدمه

با توجه به آنچه که اشاره نمودیم تثبیت‌سازی تصاویر ویدئویی به عنوان یکی از اساسی‌ترین و عمومی‌ترین عملیات‌های پردازش تصویری محسوب می‌شود از این رو تاکنون روش‌های گوناگونی جهت تثبیت‌سازی تصاویر ویدئویی به منظور استفاده در کاربردهای مختلف پیشنهاد شده است. روی هم رفته می‌توان سه روش را جهت انجام عمل تثبیت‌سازی تصاویر ویدئویی مورد بررسی قرار داد. این سه روش عبارت‌اند از:

- تثبیت‌سازی ویدئویی مکانیکی
- تثبیت‌سازی ویدئویی نوری
- تثبیت‌سازی ویدئویی رقمی

هر کدام از این روش‌ها دارای روش‌های خاص خود برای هر یک از قسمت‌های زیر می‌باشند.

- تخمین و شناسایی حرکت دوربین
- تصحیح‌سازی حرکت و حذف تکان‌های ناخواسته از حرکت‌های تخمین زده شده حرکت دوربین
- تصحیح تصویر

روی هم رفته فرآیند تثبیت‌سازی شامل سه مرحله تخمین حرکت، تصحیح حرکت و تصحیح تصویر می‌باشد. که در پاراگراف قبلی نیز به آن‌ها اشاره نمودیم. وظیفه مرحله تخمین حرکت، تخمین و شناسایی حرکت‌های ناشی از حرکت دوربین برای تصویر ویدئویی می‌باشد. حرکت‌های تخمین زده شده حرکت دوربین ممکن است علاوه بر حرکت‌های عمدی که خود فیلم‌بردار به دوربین داده است شامل یک‌سری لرزش‌ها و تکان‌های ناخواسته‌ای نیز باشد، از این‌رو به منظور ایجاد تصاویر تثبیت شده نیاز به حذف این‌گونه حرکات از حرکت‌های تخمین زده شده دوربین می‌باشد که در الگوریتم‌های تثبیت‌سازی حذف این‌گونه حرکات بر عهده مرحله تصحیح حرکت می‌باشد. سرانجام بخش تصحیح تصویر، فرآیندی است که ویدئو تثبیت شده تولید می‌گردد و برای این کار از حرکت‌هایی که توسط مرحله تصحیح سازی به عنوان حرکت‌های غیرعمدی تشخیص داده شده‌اند، استفاده می‌کند.

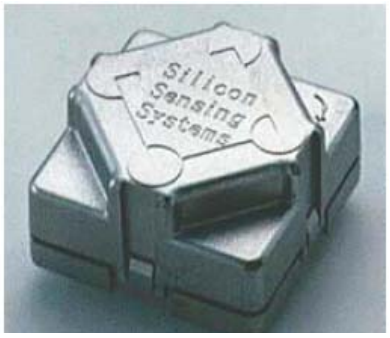
در صورتی که برای کاربردی نیاز به تثبیت‌سازی ویدئویی داشته باشیم بسته به نوع کاربرد یکی از سه روش تثبیت‌سازی به کمک روش‌های مکانیکی، نوری، رقمی با در نظر گرفتن روش مناسب جهت انجام مراحل لازم

تثبیت‌سازی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیرا بسته به نوع کاربرد، انتخاب پارامترها و نوع روش به کار رفته در عمل تثبیت‌سازی ویدئویی می تواند تاثیر بسزایی در کارایی الگوریتم مورد استفاده و نتیجه نهایی کار داشته باشد.

۲-۲- تثبیت‌سازی ویدئویی مکانیکی

تثبیت‌سازی ویدئویی مکانیکی نوعی از تثبیت‌سازی ویدئویی است که در آن کلیه مراحل تخمین و تصحیح تصویر به کمک ادوات مکانیکی صورت می‌پذیرد. در این روش حرکت دوربین به کمک یک‌سری سنسور حرکتی تخمین زده می شود که تعداد این سنسورها بسته به نوع کاربرد و جهت‌های حرکت دوربین می‌تواند متفاوت باشد. به عنوان نمونه در صورتی که دوربین تنها در یک جهت قابل حرکت باشد برای شناسایی میزان حرکت و جابه‌جایی دوربین تنها یک سنسور مورد نیاز می‌باشد. در تثبیت‌سازی مکانیکی تخمین حرکت دوربین به وسیله اندازه‌گیری شتاب و سرعت حرکت دوربین صورت می‌پذیرد. از میان سنسورهای حرکتی که در تثبیت‌سازی مکانیکی برای اندازه‌گیری شتاب و سرعت حرکت دوربین به کار می‌روند می‌توان به شتاب‌سنج‌ها و ژایروها اشاره نمود. شتاب‌سنج‌ها و ژایروها نوعی سنسور حرکتی هستند که به ترتیب برای اندازه‌گیری شتاب خطی در جهت‌های (x, y, z) و سرعت زاویه‌ای در جهت‌های (Pitch, Roll, Yaw) مورد استفاده قرار می‌گیرند[۵]. شکل ۲-۱، یک نمونه شتاب‌سنج و ژایرو را نشان می‌دهد.

در تثبیت‌سازی مکانیکی هدف ثابت نگه‌داشتن موقعیت دوربین نسبت به یک موقعیت مرجع می‌باشد. از این‌رو در این روش تمام حرکت‌هایی که توسط سنسورهای حرکتی به عنوان حرکت دوربین تخمین زده شده‌اند به عنوان حرکت‌های غیرعمدی وارد شده به دوربین درنظر گرفته می‌شوند[۵]. از آنجائی که در



(الف)

(ب)

شکل ۲-۱. یک نمونه (الف) ژایرو، (ب) شتاب‌سنج[۵].