

الحمد لله
الرحمن
الرحيم

چکیده

بینایی ماشین با ترکیب روش های مربوط به پردازش تصویر و ابزارهای یادگیری ماشینی، رایانه را قادر به درک هوشمند معنا و محتوای تصاویر می کند. ردیابی شی یک عمل اساسی برای بسیاری از کاربردهای سطح بالای بینایی ماشین مانند بازشناسی براساس حرکت، نظارت خودکار، نمایه گذاری فایل های ویدیویی، ارتباطات متقابل انسان و رایانه، نظارت ترافیکی و هدایت وسایل نقلیه است که امروزه در بالاترین سطح توجه خود قرار دارد.

در این پایان نامه الگوریتمی کارا جهت ردیابی شی در تصاویر ویدیویی با استفاده از ویژگی های رنگ و بافت و به کمک دو شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی ارائه شده است. در روش پیشنهادی ابتدا ناحیه ی شی توسط کاربر در فریم اول مشخص می گردد. سپس ناحیه ای هم مساحت با آن و در اطراف آن بعنوان زمینه در نظر گرفته می شود. پس از آن ویژگی های رنگ و بافت از نواحی شی و زمینه استخراج شده و به شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی اول آموزش داده شده و آزمایش می شود. خروجی شبکه عصبی اول تصویر دودویی خواهد بود که در آن شی از زمینه ی اطرافش بطور دقیقی جدا شده است. سپس ویژگی های رنگ و بافت ناحیه ی دقیق زمینه ی بدست آمده از مرحله ی قبل گسترش داده می شود تا بتواند در برابر تغییرات زمینه در فریم های بعدی مقاوم گردد. در ادامه از ویژگی های شی و زمینه ی گسترش داده شده برای آموزش شبکه ی عصبی توابع اساسی شعاعی دوم استفاده می گردد. از شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی آموزش داده شده ی دوم بعنوان یک تابع امتیاز دهی استفاده می گردد که مقادیر بیشتر در آن بیانگر بالاتر بودن احتمال تعلق آن پیکسل به شی است و از آن برای تشخیص پیکسل های شی در فریم بعد استفاده شده است. در روش پیشنهادی از مرکز ثقل شی و پروسه ی جابجایی میانگین برای مکان یابی شی استفاده شده است. از آنجا که بافت و رنگ شی و پس زمینه در طول ردیابی و در فریم های بعدی یکسان باقی نخواهد ماند با معرفی و سنجش معیارهایی تغییرات در مدل و اندازه ی شی بروز رسانی می گردد. نتایج بدست آمده بیانگر این است که روش پیشنهادی قابلیت ردیابی مطمئن شی را با دوربین متحرک و با وجود پوشیدگی های جزئی شی و تغییرات تدریجی در رنگ و بافت شی و زمینه خواهد داشت و تغییرات در اندازه ی شی را نیز بخوبی جبران می کند. همچنین نتایج بیانگر این است که روش پیشنهادی عملکرد بهتری در مقایسه با روش های جابجایی میانگین و تطابق قالب دارد. علاوه بر این، روش پیشنهادی ناحیه ی اشغال شده در هر فریم توسط شی را فراهم می کند که از آن می توان در پردازش های مرتبه بالاتر مانند تشخیص، تعبیر و تفسیر نوع رفتار شی و نظایر آن استفاده نمود .

واژه های کلیدی: بینایی ماشین، ردیابی شی، شبکه های توابع اساسی شعاعی، ویژگی بافت، جابجایی میانگین.

صفحه	فهرست مطالب	عنوان
۲		۱- ردیابی شی و کاربردهای آن
۲		مقدمه
۲		۱-۱- تعریف ردیابی شی
۳		۱-۲- کاربردهای ردیابی شی
۳		۱-۲-۱- بازشناسی براساس حرکت
۳		۱-۲-۲- نظارت خودکار
۴		۱-۲-۳- نمایه گذاری فایل های ویدیویی
۴		۱-۲-۴- ارتباطات متقابل انسان و رایانه
۴		۱-۲-۵- نظارت ترافیکی
۴		۱-۲-۶- هدایت وسایل نقلیه
۴		۱-۲-۷- کاربردهای دیگر
۵		۱-۳- اهداف پایان نامه
۵		۱-۴- ساختار پایان نامه
۵		جمع بندی
۷		۲- مروری بر پیشینه ی تحقیق
۷		مقدمه
۷		۲-۱- طبقه بندی روش های ردیابی
۹		۲-۱-۱- ردیابی نقاط
۱۰		۲-۱-۱-۱- روش های قطعی
۱۱		۲-۱-۱-۲- روش های آماری
۱۲		۲-۱-۲- ردیابی براساس هسته
۱۲		۲-۱-۲-۱- روش های تطابق قالب
۱۴		۲-۱-۲-۲- روش های مبتنی بر ویژگی
۱۸		۲-۱-۲-۳- روش های مدل های چندتایی
۲۰		۲-۱-۳- ردیابی سیاه نما
۲۰		۲-۱-۳-۱- روش های تطابق شکل
۲۲		۲-۱-۳-۲- روش های ردیابی کانتور
۲۳		۲-۱-۴- روش های تفریق فریم و تفریق زمینه
۲۴		۲-۲- ویژگی های بکار رفته در ادبیات تحقیق
۲۴		۲-۲-۱- رنگ

صفحه	عنوان	فهرست مطالب
۲۴	۲-۲-۲- بافت	
۲۵	۲-۲-۳- لبه	
۲۵	۲-۲-۴- شار نوری	
۲۵	۲-۳- پیچیدگی ها و موانع مساله ی ردیابی شی	
۲۶	۲-۳-۱- کاهش ابعاد	
۲۶	۲-۳-۲- حرکت دوربین	
۲۶	۲-۳-۳- تغییرات روشنایی صحنه	
۲۶	۲-۳-۴- ساختار غیرصلب شی	
۲۶	۲-۳-۵- حرکات پیچیده و ناگهانی شی	
۲۷	۲-۳-۶- تغییر شکل و اندازه ی شی	
۲۷	۲-۳-۷- پوشیدگی شی	
۲۷	۲-۳-۸- التزامات پردازش بهنگام	
۲۷	جمع بندی	
۳۰	۳- روش پیشنهادی و جزئیات پیاده سازی	
۳۰	مقدمه	
۳۰	۳-۱- فرضیات پژوهش و مروری بر روش پیشنهادی	
۳۲	۳-۲- انتخاب نواحی شی و زمینه	
۳۵	۳-۳- استخراج ویژگی	
۳۵	۳-۳-۱- پیش پردازش	
۳۵	۳-۳-۲- رنگ	
۳۶	۳-۳-۲-۱- فضای رنگی R-G-B	
۳۷	۳-۳-۲-۲- فضای رنگی H-S-V	
۳۸	۳-۳-۳- بافت	
۳۹	۳-۳-۳-۱- روش های استخراج بافت	
۴۰	۳-۳-۳-۲- انواع تصاویر بافتی	
۴۱	۳-۳-۳-۳- توصیفگرهای بافت بکار گرفته شده	
۴۵	۳-۴- جدا کردن شی از زمینه	
۴۶	۳-۴-۱- دلایل جداسازی شی از زمینه	
۴۶	۳-۴-۲- ساختار شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی برای جدا سازی شی از زمینه	
۵۰	۳-۴-۳- نحوه ی جدا سازی شی از زمینه با استفاده از شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی	

صفحه	عنوان	فهرست مطالب
۵۴	انتخاب اندازه پنجره ی بهینه برای استخراج بافت و یافتن تعداد نرون بهینه برای شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی اول	۳-۴-۴
۵۷	گسترش زمینه	۳-۵
۵۷	دلایل انجام گسترش زمینه	۳-۵-۱
۵۹	گسترش ویژگی های زمینه در فضای ویژگی	۳-۵-۲
۶۱	ساختار شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی دوم برای امتیاز دهی به پیکسل ها در فریم های بعدی	۳-۵-۳
۶۷	بهینه سازی شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی دوم	۳-۵-۴
۷۱	مکان یابی شی	۳-۶
۷۲	جابجایی میانگین	۳-۶-۱
۷۳	بروز رسانی تغییرات در اندازه و مدل شی	۳-۷
۷۳	بروز رسانی تغییرات در اندازه شی	۳-۷-۱
۷۵	بروز رسانی مدل شی	۳-۷-۲
۷۶	جمع بندی	
۷۸	آزمایش ها و نتایج	۴
۷۸	مقدمه	
۷۸	شرایط انجام آزمایشات	۴-۱
۷۹	تغییرات در اندازه ی شی	۴-۲
۸۲	پوشیدگی جزئی	۴-۳
۸۶	تغییرات زمینه و بروز رسانی مدل شی و زمینه	۴-۴
۹۶	حرکات دوربین	۴-۵
۱۰۲	ردیابی در دنباله ی تصاویر مادون قرمز	۴-۶
۱۰۴	ردیابی در دنباله ی تصاویر نویزی	۴-۷
۱۰۸	بررسی و مقایسه ی سرعت الگوریتم	۴-۸
۱۱۰	موارد ردیابی اشتباه	۴-۹
۱۱۳	جمع بندی	
۱۱۵	نتیجه گیری و پیشنهادات	۵
۱۱۸	منابع و مأخذ	

- شکل ۱-۲- روش های مختلف مدل کردن شی. به ترتیب از سمت چپ، مدل کردن شی توسط نقاط، مدل کردن توسط هسته و مدل کردن توسط سیاه نما نمایش داده شده اند.
- شکل ۲-۲- طبقه بندی روش های ردیابی (با اندکی تغییر از [۱])
- شکل ۲-۳- نقاط آشکار سازی شده توسط آشکار سازهای نقاط، به ترتیب از سمت چپ نتایج حاصل از آشکار ساز نقاط Harris، آشکار ساز نقاط KLT و آشکار ساز نقاط SIFT [۱].
- شکل ۲-۴- قیود حرکتی متفاوت، شکل ها به ترتیب از سمت چپ بیانگر شروط مجاورت، بیشینه سرعت (r) بیانگر شعاع است)، تغییرات سرعت کوچک، حرکات معمول و شرط صلب بودن می باشد. Δ بیانگر مکان شی در فریم $t - 2$ ، 0 بیانگر مکان شی در فریم $t - 1$ و در آخر X بیانگر مکان شی در فریم t است [۱].
- شکل ۲-۵- نتایج دو الگوریتم ردیابی براساس تطبیق نقاط. از چپ، ردیابی با استفاده از روش ارائه شده در [۱۵] (در دنباله ی بشقاب در حال چرخش از قطعه بندی برای تشخیص نقاط سیاه روی ظرف سفید استفاده شده است) و بعدی ردیابی پرندگان با استفاده از الگوریتم ارائه شده در [۱۶].
- شکل ۲-۶- نمایش مشکل لغزش در بروز رسانی قالب ها. شی مورد نظر برای ردیابی در مکان خود ثابت است ولی با گذشت زمان، روش ردیابی براساس بروز رسانی مدل در هر فریم (کادر نقطه چین)، از شی مورد نظر برای ردیابی دور می شود [۲۴].
- شکل ۲-۷- یک نمونه از نتایج الگوریتم ردیابی جابجایی میانگین که براساس هسته می باشد. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین ردیابی یک شخص در مترو را نشان می دهد [۲۷].
- شکل ۲-۸- شکل بالا تصویر مادون قرمز از یک کامیون را نشان می دهد. مقادیر ویژگی های شی و زمینه ی اطراف آن برای محاسبه ی نسبت لگاریتم احتمال هیستوگرام های شی و زمینه استفاده شد که پیکسل های شی را به مقادیر مثبت و پیکسل های زمینه را به مقادیر منفی نگاشت می دهد و به این ترتیب شی را از زمینه ی اطرافش جدا می کند [۳۱-۳۲].
- شکل ۲-۹- نتایج الگوریتم ردیابی ارائه شده در [۳۳]. در این مثال موضوع ردیابی دو عابر در حال گذر از خیابان می باشند و دوربین نیز متحرک است. نقشه ی اطمینان متناظر با چهارچوب نقطه چین در زیر هر تصویر نمایش داده شده است.
- شکل ۲-۱۰- وقتی همسایگی های شی، رنگی بسیار نزدیک به رنگ شی دارند الگوریتم ردیابی دچار خطا می شود. در تصویر بالا ردیاب توسط لکه های سفید روی زمین منحرف می شود [۳۹].
- شکل ۲-۱۱- نمونه ای از نتایج ردیابی روش [۴۰] به همراه امتیاز ماشین بردار پشتیبان به شی مورد ردیابی در طول دنباله در این شکل نمایش داده شده است.
- شکل ۲-۱۲- نتایج الگوریتم ردیابی ارائه شده در [۴۳] به همراه مدل های متناظر از شی مورد ردیابی.
- شکل ۲-۱۳- نتایج الگوریتم ردیابی کانتور ارائه شده در [۵۰] برای دنبال کردن یک بازیکن تنیس.
- شکل ۳-۱- فلوچارت الگوریتم پیشنهادی
- شکل ۳-۲- تصویر چپ انتخاب ناحیه ی شی (ناحیه ی درون چهارچوب صلب با رنگ سبز) و ناحیه ی اطراف آن را (ناحیه ی بین چهارچوب نقطه چین قرمز و چهارچوب صلب با رنگ سبز) بعنوان زمینه نمایش می دهد. در تصویر راست w و h عرض و ارتفاع ناحیه ی شی و W و H عرض و ارتفاع ناحیه ی زمینه که هم مرکز با ناحیه ی شی بوده و آن را در بر گرفته است را نمایش می دهد.
- شکل ۳-۳- ناحیه ی درون چهارچوب شی و زمینه قبل از پیش پردازش (تصویر چپ) و پس از پیش پردازش (تصویر راست). کاهش اعوجاج در تصویر پس از پیش پردازش در مقایسه با تصویر اصلی قابل مشاهده است.

صفحه	عنوان	فهرست شکل ها
۳۶	شکل ۳-۴ - فضای رنگی R - G - B	
۳۸	شکل ۳-۵ - فضای رنگی H - S - V	
۴۳	شکل ۳-۶ - نمایشی از نحوه ی استخراج بافت توسط پنجره ی 3×3 . در این تصویر که بیانگر روشنایی است هر پیکسل با یک خانه نمایش داده شده است. نواحی مرکزی (برنگ سبز) نمایش دهنده ی درون چهارچوب شی می باشد و نواحی بیرونی (قرمز) بیانگر زمینه ی انتخاب شده در اطراف شی می باشد. در تصویر نمایش داده شده برای اولین پیکسل زمینه، میانگین، واریانس و دامنه تغییرات طبق فرمول های ۳-۱۱ تا ۳-۱۳ از پیکسل های درون ماتریس همسایگی 3×3 خاکستری رنگ استخراج می شود. این کار برای تمامی پیکسل های درون ناحیه ی شی و زمینه انجام خواهد شد.	
۴۴	شکل ۳-۷ - ماتریس سه بعدی بالا تصاویر ویژگی استخراج شده را نمایش می دهد. بعد m برابر با تعداد ویژگی های استخراج شده از تصویر می باشد (که در اینجا $m = 6$ است) و ابعاد $H \times W$ بیانگر اندازه ی چهارچوب بزرگتر یعنی چهارچوب زمینه است.	
۴۴	شکل ۳-۸ - 30 تصویر ویژگی برای چهارچوب شی و زمینه در این شکل قابل مشاهده می باشد که سطر اول از چپ به راست بیانگر ویژگی های میانگین استخراج شده از پنجره 3×3 تا 21×21 می باشد (پنجره ها با ابعاد با اندازه های فرد برای استخراج ویژگی استفاده شده اند). سطرهای دوم و سوم نیز بطور مشابه تصاویر ویژگی های واریانس و دامنه تغییرات استخراج شده از ده پنجره ابتدایی (بجز پنجره 1×1) می باشند. برای نمایش مقادیر تصاویر ویژگی بصورت سطح خاکستری مقدار آن به بازه 0 تا 255 نگاشت داده شده است. قابلیت جدایی سازی هر ویژگی از تصاویر ویژگی آن بطور کیفی قابل مشاهده می باشد.	
۴۵	شکل ۳-۹ - تشکیل بردارهای ویژگی از تصاویر ویژگی. هر تصویر ویژگی دارای ابعاد $W \times H = n$ است. m مجموع تعداد ویژگی های بافت و رنگ بکار رفته است که در این پایان نامه است که برابر با 6 می باشد. بردار ویژگی دارای ابعاد $n \times m$ خواهد بود که n تعداد پیکسل های درون چهارچوب بزرگ و m تعداد ویژگی ها می باشد.	
۴۶	شکل ۳-۱۰ - قسمت هایی از زمینه که بین چهارچوب شی انتخاب شده توسط کاربر و مرزهای واقعی شی (نواحی قرار گرفته بین مرزهای نشان داده شده با خطوط ضخیم سفید) قرار دارد بهمراه شی مدل می شود که سبب تضعیف شدن مدل ساخته شده از شی می گردد.	
۴۷	شکل ۳-۱۱ - ساختار شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی استفاده شده برای جداسازی شی از زمینه. m مجموع تعداد ویژگی های بافت و رنگ بکار رفته است که در این پایان نامه برابر با 6 می باشد. k برابر با تعداد نرون ها می باشد.	
۵۰	شکل ۳-۱۲ - ویژگی های استخراج شده از چهارچوب شی و زمینه که برای آموزش شبکه عصبی به منظور جداسازی شی از زمینه استفاده شده است. برای نمایش، تنها سه بعد اول فضای ویژگی که رنگ های شی می باشد نمایش داده شده است. در شکل ویژگی هایی استخراج شده از چهارچوب شی با نقاط سبز نمایش داده شده اند که ناحیه ی بیشتری از فضای ویژگی را می پوشانند و ویژگی های استخراج شده از چهارچوب زمینه با علامت بعلاوه قرمز نمایش داده شده است که ناحیه ی کمتری از فضای ویژگی را می پوشانند. همپوشانی ویژگی های استخراج شده از چهارچوب شی و زمینه (بعلت نواحی از زمینه که درون چهارچوب شی قرار دارند) در این تصویر قابل مشاهده است.	
۵۱	شکل ۳-۱۳ - به ترتیب از چپ: نواحی شی و زمینه ی انتخاب شده و تصویر هدف که از آن بردار هدف استخراج خواهد شد.	

- شکل ۱۴-۳- تشکیل بردار هدف از چهارچوب های شی و زمینه در تصویر هدف (علامت ~ بیانگر معکوس شده ی عدد است). نواحی درون چهارچوب داخلی (با ابعاد $w \times h$) متناظر با مقادیر یک و نواحی بین چهارچوب داخلی و چهارچوب خارجی ($W \times H = n$) متناظر با مقادیر صفر خواهد بود. بردار هدف دارای ابعاد $n \times 2$ خواهد بود که n تعداد پیکسل های درون چهارچوب بزرگ می باشد.
- شکل ۱۵-۳- تصویر سمت چپ: شی و ناحیه ی اطراف آن را نمایش می دهد و تصویر سمت راست: خروجی طبقه کننده توابع اساسی شعاعی می باشد که در آن شی بطور دقیقی از زمینه ی اطرافش جدا شده است.
- شکل ۱۶-۳- ویژگی های تشخیص داده شده بعنوان شی و زمینه توسط شبکه عصبی اول. به منظور نمایش، فضای ویژگی تنها هنگامی که از سه ویژگی رنگ برای آموزش استفاده شده است نمایش داده شده است. در شکل ویژگی هایی استخراج شده از چهارچوب شی با نقاط سبز و ویژگی های استخراج شده از چهارچوب زمینه با علامت بعلاوه قرمز نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می شود در مقایسه با تصویر ۱۲-۳ آن قسمت از ویژگی های درون چهارچوب شی که با زمینه تداخل داشت در اینجا جزو ویژگی های زمینه قرار گرفته است.
- شکل ۱۷-۳- حاصلضرب پیکسل به پیکسل تصاویر دودویی شکل های ۱۳-۳ و ۱۵-۳ بعنوان شی تشخیص داده شده نهایی در نظر گرفته می شود و تشکیل بردار هدف از شی تشخیص داده شده نهایی (با ابعاد $W \times H = n$) که همراه با ویژگی های شی و زمینه در مرحله ی بعد برای ایجاد زمینه ی گسترش داده شده مورد استفاده قرار می گیرد. بردار هدف دارای ابعاد $n \times 1$ خواهد بود که n تعداد پیکسل های درون چهارچوب بزرگ می باشد.
- شکل ۱۸-۳- نحوه ی محاسبه ی BO ، BB و معیار موفقیت. از چپ: چهارچوب شی و زمینه در فریم اولیه که برای آموزش استفاده شده است، تصویر مرجع که در آن ناحیه ی شی و زمینه بطور دستی استخراج شده است، تصویر حاصل از خروجی شبکه عصبی، تصویر استفاده شده برای محاسبه ی BO که از ضرب پیکسل به پیکسل تصویر حاصل از خروجی شبکه عصبی و تصویر مرجع بدست آمده است و در آخر تصویر استفاده شده برای محاسبه ی BB که از ضرب پیکسل به پیکسل وارون تصویر حاصل از خروجی شبکه عصبی و وارون تصویر مرجع بدست آمده است.
- شکل ۱۹-۳- تعدادی از اشیا مورد بررسی برای محاسبه معیار موفقیت. برای هر شی چهارچوب شی توسط مستطیل صلب سبز رنگ و چهارچوب زمینه توسط مستطیل نقطه چین قرمز مشخص شده است که برای آموزش شبکه عصبی استفاده شده اند، در کنار هر تصویر از شی تصویر دودویی مرجع قرار دارد که در آن، ناحیه ی شی و زمینه بطور دستی استخراج شده است و برای محاسبه ی معیار موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است.
- شکل ۲۰-۳- سطح موفقیت بدست آمده برای انواع مختلفی از اشیا با اندازه ها و بافت های مختلف. محور افقی چپ بیانگر اندازه مختلف پنجره ها که برای استخراج بافت بکار رفته است همراه با ویژگی رنگ در فضای $H - S - V$ می باشد که در این محور اعداد ۱ تا ۱۵ متناظر با ابعاد پنجره ها از اندازه 3×3 تا اندازه 31×31 می باشد که با گام ۲ تغییر داده شده اند و ویژگی های بافت از آنها استخراج شده است و محور افقی قرار گرفته در سمت راست بیانگر تعداد نرون های شبکه عصبی می باشد که از ۲ تا ۲۰ تغییر داده شده است.

- شکل ۲۱-۳- مرز تصمیم حاصل از شبکه عصبی آموزش داده شده در فریم اول برای جداسازی شی نمونه از زمینه ی اطرافش. شکل در هنگامی که تنها از سه ویژگی رنگ برای آموزش استفاده شده است نمایش داده شده است. در شکل قسمت هایی از فضای ویژگی که توسط شبکه عصبی بعنوان شی تشخیص داده شده است با نقاط سبز نمایش داده شده اند و قسمت هایی از فضای ویژگی که توسط شبکه عصبی بعنوان زمینه تشخیص داده شده است با علامت بعلاوه قرمز نمایش داده شده است.
- شکل ۲۲-۳- تصویر راست و چپ به ترتیب گسترش زمینه با نقاطی که بطور تصادفی و یکنواخت در فضای ویژگی پراکنده شده اند. شکل هنگامی که تنها از سه ویژگی رنگ برای آموزش استفاده شده است نمایش داده شده است. در شکل ویژگی های شی با نقاط سبز و ویژگی های زمینه ی گسترش داده شده با علامت بعلاوه قرمز نمایش داده شده است.
- شکل ۲۳-۳- ساختار شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی مورد استفاده برای امتیاز دهی به پیکسل ها. m مجموع تعداد ویژگی های بافت و رنگ بکار رفته است که در پایان نامه برابر با ۶ می باشد.
- شکل ۲۴-۳- تصویر چپ ویژگی های شی و تصویر راست ویژگی های زمینه ی گسترش یافته را نشان می دهد. شکل در هنگامی که تنها از سه ویژگی رنگ برای آموزش استفاده شده است نمایش داده شده است.
- شکل ۲۵-۳- هر کدام از ویژگی های شی و زمینه ی گسترش یافته پس از خوشه بندی به ۶ خوشه. مجموع ی مراکز و پهناهای این خوشه ها برای تعیین مراکز و شعاع پراکندگی توابع فعالساز شبکه عصبی بکار می رود. شکل در هنگامی که تنها از سه ویژگی رنگ برای آموزش استفاده شده است نمایش داده شده است.
- شکل ۲۶-۳- فضای ویژگی که توسط شبکه عصبی دوم امتیاز دهی شده است. لازم بذکر است ویژگی های شی و زمینه ی گسترش داده شده برای آموزش شبکه عصبی دوم استفاده شده است. در این شکل در ازای هر نقطه از فضای ویژگی مقدار خروجی شبکه عصبی در بازه ی ۰ تا ۱ بصورت سطح خاکستری نمایش داده شده است. شکل برای هنگامی که تنها از سه ویژگی رنگ برای آموزش استفاده شده است نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می شود شبکه عصبی ویژگی های شی را بطور دقیقی مدل کرده است و تمامی حالات ممکن برای زمینه نیز بخوبی به شبکه ی عصبی آموزش داده شده است.
- شکل ۲۷-۳- مرز تصمیم حاصل از شبکه عصبی آموزش داده شده توسط زمینه ی گسترش داده شده که در آن شی بطور دقیقی مدل شده است. تقسیم بندی به فضای شی و زمینه با آستانه گیری از خروجی شبکه عصبی (به عبارت دیگر با آستانه گیری از شکل ۲۶-۳) بدست آمده است. شکل در هنگامی که تنها از سه ویژگی رنگ برای آموزش استفاده شده است نمایش داده شده است. قسمت هایی از فضای ویژگی که توسط شبکه عصبی بعنوان شی تشخیص داده شده است با نقاط سبز و قسمت هایی از فضای ویژگی که بعنوان زمینه تشخیص داده شده است با علامت بعلاوه قرمز نمایش داده شده است.
- شکل ۲۸-۳- خروجی شبکه ی عصبی دوم در نتیجه ی آزمایش شی نمونه توسط آن. این شکل بعد از یک پیش پردازش ساده و استفاده از فیلتر میانگین گیر با ابعاد 5×5 از خروجی مستقیم شبکه عصبی (بدون آستانه گیری) بدست آمده است. این شکل نقشه ی اطمینان شی نامیده شده است که از آن تصویر تشخیص داده بعنوان شی قابل تشخیص است. همانطور که مشاهده می شود در آن مقادیر بالاتر بیانگر مناطقی است که با اطمینان بیشتری متعلق به شی می باشند.
- شکل ۲۹-۳- خروجی شبکه ی عصبی دوم در نتیجه ی آزمایش شی نمونه توسط آن بصورت سطح خاکستری (نقشه ی اطمینان شی بصورت سطح خاکستری). برای نمایش بصورت سطح خاکستری در شکل فوق مقادیر خروجی شبکه عصبی نمایش داده شده در شکل ۲۸-۳ به بازه ۰ تا ۲۵۵ نگاشت داده شده است.

- شکل ۳۰-۳- نحوه ی محاسبه ی DO، DB و معیار موفقیت. از چپ: چهارچوب شی و زمینه در فریم اولیه که برای آموزش استفاده شده است، چهارچوب استفاده شده در فریم بعدی که به منظور آزمایش انتخاب شده است، تصویر مرجع در فریم دوم که در آن ناحیه ی شی و زمینه بطور دستی استخراج شده است، تصویر حاصل از خروجی شبکه عصبی، تصویر استفاده شده برای محاسبه ی DO که از ضرب پیکسل به پیکسل تصویر حاصل از خروجی شبکه عصبی و تصویر مرجع بدست آمده است و در آخر تصویر استفاده شده برای محاسبه ی DB که از ضرب پیکسل به پیکسل وارون تصویر حاصل از خروجی شبکه عصبی و وارون تصویر مرجع بدست آمده است.
- شکل ۳۱-۳- سطح موفقیت بدست آمده برای انواع مختلفی از اشیا با اندازه ها و بافت های مختلف. محور های افقی راست و چپ تعداد نرون های تغییر داده شده برای زمینه ی گسترش داده شده و شی می باشد که از ۱ تا ۲۰ تغییر داده شده است. بنابراین بطور کلی صرفنظر از بایاس تعداد نرون های شبکه عصبی از ۲ تا ۴۰ تعداد داده شده است و معیار موفقیت در هر حالت حساب شده است.
- شکل ۳۲-۳- جابجایی شی نمونه در طول فریم ها.
- شکل ۳۳-۳- جابجایی میانگین برای یافتن متراکم ترین ناحیه که همان مکان شی است. چهارچوب آنقدر جابجا می شود و پیکسل های درون آن توسط شبکه عصبی آزمایش می شود تا مرکز ثقل نقشه ی اطمینان جابجا نشود. در اینجا جابجایی مرکز ثقل کوچکتر از یک پیکسل بعنوان همگرایی کامل در نظر گرفته شده است.
- شکل ۳۴-۳- چهار وضعیت ممکن برای جبران سازی تغییرات اندازه ی شی در هر فریم. در هر فریم در صورت تغییرات اندازه ی بیش از ۷.۵٪ در شی، یکی از چهار وضعیت بالا با توجه به معیار تفکیک برای بروز رسانی اندازه ی آن انتخاب می گردد. به این ترتیب تغییرات در نسبت ابعاد شی نیز قابل تشخیص و جبران خواهد بود.
- شکل ۴-۱- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۱ که حرکت اتومبیلی از سمت راست به چپ تصویر را نمایش می دهد. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱۳۰، ۱۵۰، ۱۷۰، ۱۹۰، ۲۱۰ و ۲۳۰ نمایش می دهد. در این دنباله زمینه ی اطراف شی تغییر می کند و تغییر در اندازه و نسبت ابعاد شی رخ می دهد. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۴-۲- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده از روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و بالا به پایین متناظر با شکل ۴-۱ به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم ۱۳۰، ۱۵۰، ۱۷۰، ۱۹۰ و ۲۱۰ را نمایش می دهد.
- شکل ۴-۳- مقایسه ی مسیر حقیقی حرکت شی (خط نقطه چین و با رنگ آبی) با مسیر تشخیص داده شده توسط روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز)، روش تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و روش جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی اول. (توجه شود قسمت هایی از مسیر نمایش داده شده ی روش تطابق قالب (NCC) ناشی از پرش شی می باشد و جزو مکان واقعی طی شده توسط شی نیست)
- شکل ۴-۴- نمایش دقت ردیابی روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز) در مقایسه با روش های تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی اول. این شکل با محاسبه ی فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین در مقیاس پیکسل بدست آمده است.

- شکل ۵-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۲ که حرکت دایره ای توپر با رنگ قرمز را نمایش می دهد. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱۰، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ نمایش می دهد. در این دنباله شی در فریم های ۲۰ تا ۳۷ تحت پوشیدگی جزیی قرار می گیرد. عملکرد روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است.
- شکل ۶-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده از روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و بالا به پایین متناظر با شکل ۵-۴ به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۱۰، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ را نمایش می دهد.
- شکل ۷-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۳ که شخصی را نشان می دهد که از چپ به راست تصویر حرکت می کند. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۸۶۰، ۹۰۰، ۹۴۰، ۹۹۰، ۱۰۳۰ و ۱۰۶۰ نمایش می دهد. در این دنباله زمینه ی اطراف شی تغییر می کند و شی تحت پوشیدگی جزیی قرار می گیرد. در فریم ۹۹۰ پوشیدگی جزیی شی قابل مشاهده است. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۸-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده از روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۸۶۰، ۹۰۰، ۹۴۰، ۹۹۰، ۱۰۳۰ و ۱۰۶۰ را نمایش می دهد.
- شکل ۹-۴- مقایسه ی مسیر حقیقی حرکت شی (خط نقطه چین و با رنگ آبی) با مسیر تشخیص داده شده توسط روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز)، روش تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و روش جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی سوم.
- شکل ۱۰-۴- نمایش دقت ردیابی روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز) در مقایسه با روش های تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی سوم. این شکل با محاسبه ی فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین در مقیاس پیکسل بدست آمده است.
- شکل ۱۱-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۴. دنباله ی شماره ی ۴ شخصی را نشان می دهد که ابتدا نشسته است سپس می ایستد و از چپ به راست تصویر حرکت می کند. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ نمایش می دهد. در این دنباله زمینه ی اطراف شی تغییر می کند و دوربین متحرک است. انحراف روش تطابق قالب در فریم ۹۰ قابل مشاهده است. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۱۲-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده از روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۱، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ را نمایش می دهد.

- شکل ۱۳-۴- مقایسه ی مسیر حقیقی حرکت شی (خط نقطه چین و با رنگ آبی) با مسیر تشخیص داده شده توسط روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز)، روش تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و روش جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی چهارم. بعلت تکراری بودن محل شی در تصویر که بعلت متحرک بودن دوربین رخ می دهد، برای نمایش بهتر، مسیر حرکت شی با تغییر شماره ی فریم ها در سه بعد نمایش داده شده است.
- شکل ۱۴-۴- نمایش دقت ردیابی روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز) در مقایسه با روش های تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی چهارم. این شکل با محاسبه ی فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین در مقیاس پیکسل بدست آمده است.
- شکل ۱۵-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۵. دنباله ی شماره ی ۵ حرکت اتومبیلی از سمت چپ به راست تصویر را نمایش می دهد که از مقابل صفی از اتومبیل های پارک شده عبور می کند. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ نمایش می دهد. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۱۶-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده از روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۱، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ را نمایش می دهد.
- شکل ۱۷-۴- بروز رسانی مدل شی و زمینه. تصاویر از چپ به راست به ترتیب نقشه ی اطمینان چهارچوب شی و زمینه را برای فریم های ۱۵۰ و ۱۵۱ نمایش می دهد. در فریم ۱۵۰ معیار تفکیک شی و زمینه پایین تر از ۰.۴ می گردد و بروز رسانی مدل شی انجام می گیرد.
- شکل ۱۸-۴- مقایسه ی مسیر حقیقی حرکت شی (خط نقطه چین و با رنگ آبی) با مسیر تشخیص داده شده توسط روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز)، روش تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و روش جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی پنجم.
- شکل ۱۹-۴- نمایش دقت ردیابی روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز) در مقایسه با روش های تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی پنجم. این شکل با محاسبه ی فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین در مقیاس پیکسل بدست آمده است.
- شکل ۲۰-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۶. دنباله ی شماره ی ۶ صحنه ی درگیری و فرار شخص ضارب را نمایش می دهد. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ و ۱۹۵ نمایش می دهد. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۲۱-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده از روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۱، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ و ۱۹۵ را نمایش می دهد.

- شکل ۲۲-۴- مقایسه ی مسیر حقیقی حرکت شی (خط نقطه چین و با رنگ آبی) با مسیر تشخیص داده شده توسط روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز)، روش تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و روش جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی ششم.
- شکل ۲۳-۴- نمایش دقت ردیابی روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز) در مقایسه با روش های تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی ششم. این شکل با محاسبه ی فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین در مقیاس پیکسل بدست آمده است.
- شکل ۲۴-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۷ که یک اتومبیل مسابقه ای در حال حرکت در بیابان را نمایش می دهد. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱، ۸۰، ۱۵۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ نمایش می دهد. در این دنباله دوربین متحرک است. زمینه ی اطراف شی تغییر می کند و تغییر در روشنایی تصویر و اندازه و نسبت ابعاد شی رخ می دهد. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۲۵-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده توسط روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین متناظر با شکل ۲۴-۴ به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۱، ۸۰، ۱۵۰، ۲۴۰، ۳۲۰ و ۴۰۰ را نمایش می دهد.
- شکل ۲۶-۴- مقایسه ی مسیر حقیقی حرکت شی (خط نقطه چین و با رنگ آبی) با مسیر تشخیص داده شده توسط روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز)، روش تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و روش جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی هفتم. بعثت تکراری بودن محل شی در تصویر که بعثت متحرک بودن دوربین رخ می دهد برای نمایش بهتر مسیر حرکت شی با تغییر شماره ی فریم ها در سه بعد نمایش داده شده است.
- شکل ۲۷-۴- نمایش دقت ردیابی روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز) در مقایسه با روش های تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی هفتم. این شکل با محاسبه ی فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین در مقیاس پیکسل بدست آمده است.
- شکل ۲۸-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۸ که یک اتومبیل در جاده را نمایش می دهد. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱، ۳۰، ۷۰، ۱۲۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ نمایش می دهد. در این دنباله دوربین متحرک است و تغییر در روشنایی تصویر رخ می دهد. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۲۹-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده توسط روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین متناظر با شکل ۲۸-۴ به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۱، ۳۰، ۷۰، ۱۲۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ را نمایش می دهد.

- شکل ۳۰-۴- مقایسه ی مسیر حقیقی حرکت شی (خط نقطه چین و با رنگ آبی) با مسیر تشخیص داده شده توسط روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز)، روش تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و روش جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی هشتم. بعلت تکراری بودن محل شی در تصویر که بعلت متحرک بودن دوربین رخ می دهد برای نمایش بهتر مسیر حرکت شی با تغییر شماره ی فریم ها در سه بعد نمایش داده شده است.
- شکل ۳۱-۴- نمایش دقت ردیابی روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز) در مقایسه با روش های تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی هشتم. این شکل با محاسبه ی فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین در مقیاس پیکسل بدست آمده است.
- شکل ۳۲-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۹ که یک اتومبیل را در جاده در تصاویر مادون قرمز نشان می دهد. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱، ۷۰، ۱۴۰، ۲۱۰، ۲۷۰ و ۳۵۰ نمایش می دهد. در این دنباله دوربین متحرک است و تغییر در روشنایی تصویر رخ می دهد. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۳۳-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده توسط روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین متناظر با شکل ۳۲-۴ به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۱، ۷۰، ۱۴۰، ۲۱۰، ۲۷۰ و ۳۵۰ را نمایش می دهد.
- شکل ۳۴-۴- مقایسه ی مسیر حقیقی حرکت شی (خط نقطه چین و با رنگ آبی) با مسیر تشخیص داده شده توسط روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز)، روش تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و روش جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی نهم. بعلت تکراری بودن محل شی در تصویر که بعلت متحرک بودن دوربین رخ می دهد برای نمایش بهتر مسیر حرکت شی با تغییر شماره ی فریم ها در سه بعد نمایش داده شده است.
- شکل ۳۵-۴- نمایش دقت ردیابی روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز) در مقایسه با روش های تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی نهم. این شکل با محاسبه ی فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین در مقیاس پیکسل بدست آمده است.
- شکل ۳۶-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۱۰ که موضوع ردیابی یک اتومبیل است. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ نمایش می دهد. در این دنباله دوربین متحرک است و تغییر در روشنایی تصویر رخ می دهد. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۳۷-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده توسط روش پیشنهادی. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین متناظر با شکل ۳۶-۴ به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۱، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ را نمایش می دهد.

- شکل ۳۸-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۱۰ پس از اعمال یک نويز گوسی با میانگین صفر و واریانس ۰.۱ به تصویر. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۱، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ نمایش می دهد. در این دنباله دوربین متحرک است و تغییر در روشنایی تصویر رخ می دهد. روش پیشنهادی توسط مستطیل صلب با رنگ قرمز نمایش داده شده است، روش تطابق قالب (NCC) توسط مستطیل با رنگ سبز و بصورت خط- نقطه ترسیم شده است و روش جابجایی میانگین (MS) توسط مستطیل صورتی و بصورت خط چین نمایش داده شده است.
- شکل ۳۹-۴- نقشه ی اطمینان نواحی چهارچوب شی و زمینه ی بدست آمده توسط روش پیشنهادی پس از اعمال یک نويز گوسی با میانگین صفر و واریانس ۰.۱ به تصویر. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین متناظر با شکل ۳۸-۴ به ترتیب نتایج بدست آمده برای فریم های ۱، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ را نمایش می دهد.
- شکل ۴۰-۴- مقایسه ی مسیر حقیقی حرکت شی (خط نقطه چین و با رنگ آبی) با مسیر تشخیص داده شده توسط روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز)، روش تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و روش جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی دهم پس از اعمال یک نويز گوسی با میانگین صفر و واریانس ۰.۱ به تصویر. بعلت تکراری بودن محل شی در تصویر که بعلت متحرک بودن دوربین رخ می دهد برای نمایش بهتر مسیر حرکت شی با تغییر شماره ی فریم ها در سه بعد نمایش داده شده است.
- شکل ۴۱-۴- نمایش دقت ردیابی روش پیشنهادی (خط صلب با رنگ قرمز) در مقایسه با روش های تطابق قالب (NCC) (خط- نقطه با رنگ سبز) و جابجایی میانگین (MS) (خط چین صورتی) برای دنباله ی دهم پس از اعمال یک نويز گوسی با میانگین صفر و واریانس ۰.۱ به تصویر. این شکل با محاسبه ی فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین در مقیاس پیکسل بدست آمده است.
- شکل ۴۲-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۱۱ با نمایش نقشه ی اطمینان شی و زمینه ی اطرافش است. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۱۵۵، ۱۶۰، ۱۶۵، ۱۷۵، ۱۸۰ و ۲۰۰ نمایش می دهد. در این دنباله مادون قرمز که دوربین متحرک است از فریم های ۱۵۵ تا ۱۸۰ پوشیدگی جزئی در شی مورد ردیابی رخ می دهد که باعث انحراف ردیاب به پوشیدگی های زمینه می گردد.
- شکل ۴۳-۴- نتایج بدست آمده برای دنباله ی شماره ی ۱۱ با همراه با نمایش نقشه ی اطمینان شی و زمینه ی اطرافش است که نسبت به شکل ۴۲-۴ پنجره ی شی کوچکتر انتخاب شده است. تصاویر از چپ به راست و از بالا به پایین به ترتیب نتایج ردیابی را برای فریم های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۱۵۵، ۱۶۰، ۱۶۵، ۲۰۰، ۱۷۵، ۲۲۰، ۲۴۰، ۲۵۰، ۲۶۰ نمایش می دهد. در این دنباله مادون قرمز که دوربین متحرک است از فریم های ۱۵۵ تا ۱۸۰ و همچنین فریم های ۲۲۵ تا ۲۵۰ پوشیدگی جزئی در شی مورد ردیابی رخ می دهد. با این وجود ردیاب با موفقیت شی را ردیابی می کند.

- جدول ۱-۳- مقادیر سطح موفقیت رسم شده در شکل ۲۰-۳. (بعلت اهمیت کمتر، مقادیر برای پنجره های 17×17 تا 31×31 و تعداد نرون های بالای ۱۰ در جدول نیامده است). ۵۷
- جدول ۲-۳- مقادیر سطح موفقیت رسم شده در شکل ۳۱-۳. منظور از زمینه و شی، تعداد نرون های تغییر داده شده برای زمینه ی گسترش داده شده و شی می باشد. ۷۰
- جدول ۱-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی اول. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۸۲
- جدول ۲-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی سوم. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۸۶
- جدول ۳-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی چهارم. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۸۹
- جدول ۴-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی پنجم. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۹۲
- جدول ۵-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی ششم. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۹۵
- جدول ۶-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی هفتم. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۹۹
- جدول ۷-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی هشتم. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۱۰۱
- جدول ۸-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی نهم. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۱۰۴
- جدول ۹-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی دهم. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۱۰۵
- جدول ۱۰-۴- میانگین خطای بدست آمده برای روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین برای دنباله ی دهم. این خطا از محاسبه میانگین فاصله ی اقلیدسی مسیر حقیقی با روش پیشنهادی، روش تطابق قالب و جابجایی میانگین (در مقیاس پیکسل) در طول فریم ها بدست آمده است. ۱۰۸
- جدول ۱۱-۴- زمان بدست آمده برای محاسبات مربوط در فریم اول و فریم های بعدی برای یک شی انتخاب شده با ابعاد 40×25 در روش پیشنهادی. زمان ها در مقیاس ثانیه بیان شده است. ۱۰۹