

بهبود عملکرد یک سیستم خودکار ردیابی اشیاء متحرک در شرایط نوری مختلف

محمد رضا صحتی^{*}، حسین پورقاسم[†]

چکیده

با توجه به اهمیت و استفاده گسترده از تصاویر ویدئویی در کاربردهای مراقبتی، در این مقاله طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم خودکار بمنظور آشکارسازی و ردیابی بی‌درنگ اشیای متحرک در طول شبانه‌روز و در محیط‌های بیرونی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در سیستم پیشنهادی، سعی شده است که آشکارسازی و ردیابی شیء با قابلیت اطمینان بالا در شرایط نوری مختلف انجام شده و برای مشکلاتی که در این چنین سیستم‌هایی مشاهده می‌شود راه‌حل مناسبی ارائه گردد. در سیستم پیشنهادی پس از شناسایی شیء، با کنترل دقیق یک دوربین کنترل پذیر PTZ، تصویر با دقت و بزرگنمایی مناسب از شیء به صورت بی‌درنگ نمایش داده می‌شود. در این مقاله همچنین یک روش دقیق و ساده برای تنظیم دوربین‌ها ارائه شده که منجر به نگاشت بسیار دقیق مختصات شیء در تصویر به موقعیت فضایی آن در محیط واقعی خواهد شد.

کلمات کلیدی

ردیابی اشیاء، تنظیم دوربین، نگاشت مختصات فضایی در تصویر، دوربین PTZ.

Improvement the Performance of an Automatic Object Tracking System in the Various Optical Conditions

Mohammad Reza Sehhati, Hossein Pourghassem

Abstract

Considering with using of video in protective applications, in this paper, design and implementation of an automatic object tracking system is studied. In the proposed system, object tracking is executed in various optical conditions and is presented solutions for popular problems of these systems. In this system, after detection of object is controlled a PTZ camera, obtained images with good resolution and shown on-line. In addition, a precise and simple approach is presented to calibration of camera that it is conduced to map coordinate of object in image to spatial location.

Keywords

Object tracking, calibration, mapping of spatial location in image, PTZ camera.

^{*} کارشناس ارشد مهندسی پزشکی دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران، .m.sehati@ece.ut.ac.ir

[†] دانشجوی دکتری مهندسی پزشکی، بخش برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت مدرس، .h_poorghassem@modares.ac.ir

۱- مقدمه

با توجه به اهمیت و استفاده گسترده از تصاویر ویدئویی در کاربردهای مراقبتی و نیاز روزافزون به ایجاد و توسعه سیستم‌های هوشمند و مستقل از کاربر، نیاز به استفاده از یک سیستم هوشمند بمنظور آشکارسازی و ردیابی اشیاء متحرک در طول شبانه‌روز و در شرایط فضای آزاد بیش از پیش مشخص می‌گردد. ناحیه‌بندی اشیاء متحرک در توالی تصاویر ویدئویی یک قسمت اصلی در بسیاری از کاربردهای مراقبت ویدئویی [۱،۲] و بطور کلی کاربردهای بینایی ماشین به حساب می‌آید. در حقیقت خروجی سیستم تشخیص و ردیابی که همانا اشیاء مورد ردیابی می‌باشند، بعنوان ورودی در پردازش‌های مرتبه بالاتر مانند تعبیر و تفسیر حرکت، شمارش تعداد اشیاء، تشخیص نوع رفتار و نظایر آن بکار می‌رود.

روشهای آشکارسازی اشیاء به دو روش کلی مبتنی بر ویژگی و مبتنی بر حرکت تقسیم می‌شوند. در روشهای مبتنی بر ویژگی باید اشیاء مورد نظر را از نظر شکل، رنگ و سایر ویژگی‌ها کاملاً مشخص کرد [۳]. اما روشهای مبتنی بر حرکت که در آنها از الگوریتم‌های جریان نوری [۴]، تفاضل فریم‌های متوالی [۵] و حذف پس‌زمینه [۶،۷] برای آشکارسازی شیئی استفاده می‌شود، در کاربردهای مراقبتی بکار گرفته می‌شود. مساله مهم دیگری که در همه کاربردهای بینایی ماشین وجود دارد مساله تنظیم دوربین‌هاست که دقت اجرای آن تاثیر مستقیم در عملکرد سیستم خواهد داشت [۸].

در این مقاله با توجه به نیاز بی‌درنگ بودن سیستم‌های مراقبتی-امنیتی، از روش حذف پس‌زمینه استفاده شده و بمنظور تضمین عملکرد مناسب، یک مدل تطبیقی از پس‌زمینه ایجاد شده است تا تاثیرپذیری الگوریتم آشکارسازی از مشکلاتی چون وجود سایه در تصویر، ساکن شدن شیئی در تصویر، حرکت‌های ناخواسته دوربین و تغییرات شدت روشنایی تا حد امکان کاهش یابد. چنین مشکلاتی از مسائل تحقیقاتی مورد علاقه پژوهشگران در زمینه ردیابی اشیاء به خصوص در محیط‌های بیرونی می‌باشد [۹]. در این مقاله همچنین روشی برای تنظیم دوربین‌ها ارائه شده است که علاوه بر سهولت اجرا و پیاده‌سازی، نقش بسزایی در دقت ردیابی اشیاء توسط دوربین کنترل پذیر PTZ (Pan Tilt Zoom) خواهد داشت.

در بخش ۲ مقاله ساختار کلی و بلوک‌های سازنده یک سیستم ردیابی اشیاء معرفی شده و محدودیت‌های آن در پیاده‌سازی عملی مورد بحث قرار می‌گیرد. در بخش ۳ راهکارهای پیشنهادی و روشهای توسعه یافته‌ای برای بهبود عملکرد سیستم در محیط واقعی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش ۴ نتایج پیاده‌سازیها و ملاحظات در نظر گرفته شده، آورده شده است. در انتها بحث و نتیجه‌گیری در مورد سیستم پیاده‌سازی شده ارائه می‌شود.

۲- ساختار سیستم ردیابی اشیاء

شمای کلی یکی از رایجترین انواع سیستم‌های ردیابی اشیاء در شکل ۱ نشان داده شده است. در این شکل سه قسمت ارتباط با سخت افزار (ورودی)، الگوریتم‌های پردازش تصویر (پردازشگر) و واسط کاربر (خروجی) و بلوک‌های سازنده هریک به طور مجزا آورده شده است. در این سیستم از یک دوربین ثابت و یک دوربین PTZ با قابلیت حرکت در زوایای مختلف، با سرعت‌های مختلف و تحت بزرگنمایی‌های متفاوت استفاده شده است. در قسمت پردازشگر دو عمل عمده شناسایی شیئی (الگوریتم‌های پردازش تصویر)، کنترل و هدایت دوربین صورت می‌گیرد. در ادامه جزئیات قسمت پردازشگر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۱- الگوریتم پیشنهادی شناسایی و ردیابی شیئی

الگوریتم ارائه شده در [۱۰] به دلیل مقاوم نبودن در برابر نویز محیط و تغییر مدل شیئی در طول ردیابی، شیئی مورد ردیابی در صحنه را گم می‌کند. از دیگر مشکلاتی که در این الگوریتم با آن مواجه می‌شویم دقت نامناسب در آشکارسازی اشیاء در شرایط مختلف روشنایی و عدم تمایز اشیاء نزدیک به هم در صحنه است که باعث شد تا نگارندگان مقاله اصلاحاتی در ساختار کلی الگوریتم ایجاد کنند. پیش‌بینی موقعیت جدید شیئی از روی مسیر حرکت قبلی برای پایداری الگوریتم در تعقیب صحیح شیئی و استفاده از سایر پردازش‌های لازم در بخش‌های بعدی در بیان نحوه اصلاحات آورده شده است.

۲-۲- آستانه‌گذاری تطبیقی

بمنظور آشکارسازی بهتر شیئی در شرایط روشنایی متفاوت از آستانه‌گذاری تطبیقی بر اساس شدت روشنایی تصویر استفاده شده است. مبنای تشخیص شیئی بر اساس نسبت شدت روشنایی I در هر نقطه از فریم جاری، نسبت به شدت روشنایی نقطه متناظر در مدل در نظر گرفته شده برای پس‌زمینه (I_b) می‌باشد. رابطه (۱) نحوه تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد.

$$\frac{I}{I_b} < (\alpha_1 + \frac{\alpha_2}{I_b}) \quad OR \quad \frac{I}{I_b} > (\alpha_3 + \alpha_4 I_b) \Rightarrow Detection \quad (1)$$

ضرایب α_i اعمال شده در رابطه فوق به صورت تجربی برای رسیدن به یک عملکرد مناسب در شرایط فضای آزاد به دست خواهند آمد. ضرایب α_2, α_4 تعیین‌کننده شدت تغییرات آستانه تشخیص، بر مبنای تغییر شدت روشنایی محیط می‌باشند.



شکل ۱: سیستم طراحی شده به تفکیک بلوک‌های ورودی، پردازشگر و خروجی.

۲-۵- الگوریتم کنترل تطبیقی Iris دوربین جهت

تنظیم روشنایی

آزمایش سیستم طی زمانهای مختلف شبانه روز نشان داد، هنگامی که دوربین در حالت کنترل خودکار Iris قرار می‌گیرد، در هنگام شب یا موقع حرکت دوربین تصویر از روشنایی مناسب برخوردار نخواهد بود. بنابراین روشی برای کنترل هوشمند Iris توسط پردازشگر ارائه شده است. برای انجام کنترل هوشمند Iris در خلال اجرای برنامه و در طول شبانه‌روز، از هیستوگرام تصویر استفاده شده است. برای اینکار دو حد آستانه بالا و پایین به عنوان مرز اشباع شدت روشنایی تصویر در نظر گرفته شده است. هنگامی که نسبت مساحت ناحیه اشباع منفی به کل مساحت هیستوگرام از مقدار α_1 بیشتر باشد فرمان باز شدن Iris و هنگامی که نسبت مساحت ناحیه اشباع مثبت به کل مساحت هیستوگرام از مقدار α_2 بیشتر باشد فرمان بسته شدن Iris ارسال می‌شود. در شکل ۲ روندنمای کلی الگوریتم پیشنهادی جهت شناسایی و ردیابی اشیاء نشان داده شده است.

۲-۶- کنترل و هدایت دوربین PTZ

بمنظور کنترل دوربین PTZ باید فرمان‌های مناسب در زمان مقتضی از طریق درگاه سری کامپیوتر به دوربین ارسال می‌شود. دو نوع روش کلی برای کنترل دوربین‌های PTZ وجود دارد. در روش اول تصویر به بلوک‌های کوچکتر تقسیم شده و دوربین PTZ بر اساس موقعیت شی در تصویر با ارسال یک فرمان به مرکز ناحیه متناظر با محل شی منتقل می‌شود. این نواحی باید قبل از شروع به کار سیستم به نحو مناسب برای دوربین تعریف و در حافظه دوربین ثبت شوند. در روش دوم سرعت و جهت حرکت شی در تصویر محاسبه و براساس آن فرمانهای حرکتی مناسب برای تعقیب شی در طول حضور آن در منطقه به دوربین ارسال می‌شود. مزیت این روش نسبت به روش اول عبارت از ردیابی پیوسته و نرم، کنترل بزرگنمایی تصویر مطابق با اندازه شی و نمایش محل دقیق شی است. استفاده از روش دوم و دستیابی به مزایای ذکر شده برای آن نیازمند انجام کالیبراسیون دقیق دوربین‌ها برای تعیین موقعیت دقیق شی در هر لحظه است. در بخش

۲-۳- ایجاد مدل تطبیقی برای پس زمینه

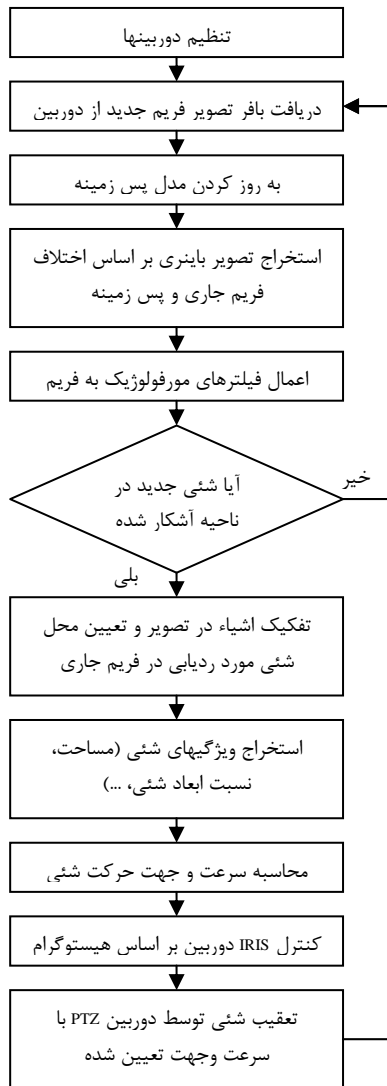
بمنظور عملکرد مناسب سیستم در طول شبانه‌روز باید مدل پس‌زمینه با گذشت زمان و تغییر شرایط نوری محیط به روز شود. این کار طبق رابطه خطی (۲) انجام می‌گیرد. طبق این رابطه شدت روشنایی هر پیکسل از مدل جدید پس‌زمینه مجموع ضریبی از شدت روشنایی همان پیکسل در مدل مربوط به زمان قبل و مقدار آن در فریم جاری است. به‌روزرسانی سطح روشنایی مدل پس‌زمینه به صورت پیکسل به پیکسل و با آماده شدن هر فریم جدید انجام می‌گیرد.

$$Ib = \alpha_1 Ib + \alpha_2 I \quad (2)$$

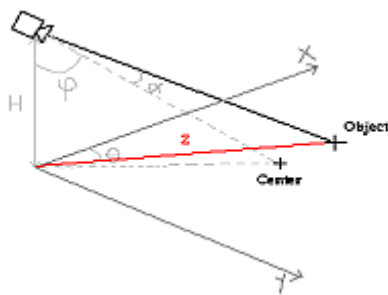
با در نظر گرفتن مقادیر مناسب برای α_1 و α_2 در شرایط و کاربردهای مختلف، علاوه بر به‌روز کردن تدریجی مدل پس‌زمینه در نقاطی که شی وجود ندارد، می‌توان در حذف اشیاء ساکن شده در تصویر (مانند خودرویی که در منطقه مورد نظارت پارک می‌کند) نیز از این رابطه استفاده کرد. حرکت برگ در درختان در صحنه نیز یک شی مزاحم محسوب می‌شود که در اینجا با در نظر گرفتن خصوصیت تناوبی بودن آن از تصویر باینری حذف می‌شود.

۲-۴- پایداری در برابر نویز

از آنجا که تصمیم‌گیری در مورد پیش‌زمینه یا پس‌زمینه بودن پیکسلها به صورت مستقل از هم صورت می‌گیرد، تفکیک پیکسلهای مربوط به شی از پیکسلهای نویزی به وجود آمده در پیش‌زمینه ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور از فیلترهای ریخت‌شناسی استفاده شده است. عملگر مورد استفاده در این فیلترها دارای ساختار مستطیلی است. نتایج تجربی نشان داد که این فیلترها علاوه بر حذف مناسب نویز، در اغلب موارد به یکپارچه شدن مدل شی کمک کرده و باعث کم شدن احتمال گم شدن شی و نیز عدم همپوشانی اشیاء نزدیک به هم در تصویر می‌شوند. به‌علاوه پیچیدگی و حجم بالای پردازشهای لازم که در مقالات مشابه [۱۱] به کار گرفته شده را نخواهند داشت.



شکل ۲: روندنمای کلی الگوریتم پیشنهادی جهت شناسایی و ردیابی اشیاء.



شکل ۳: موقعیت شیء و پارامترهای مرتبط با آن نسبت به دوربین.

$$\theta_2 = \tan^{-1}(W/Z) \quad (۶)$$

$$Y = (W^2 + Z^2)^{1/2} \cos(\theta_s + \theta_2) + Y_{off} \quad (۷)$$

$$X = (W^2 + Z^2)^{1/2} \sin(\theta_s + \theta_2) + X_{off}$$

$$\theta_d = 260 \pi / 180 - \tan^{-1}(X/Y)$$

بعد نحوه تنظیم دوربینها بمنظور دستیابی به کنترل دقیق دوربین PTZ توضیح داده می‌شود.

۷-۲- تنظیم دوربینها

همانطور که ذکر شد با اجرای یک تنظیم دقیق می‌توان نداشت دقیقی از تصویر شئی در تصویر و موقعیت آن در فضا به دست آورد. از آنجا که هدف ما کاربرد سیستم در محیطهای بیرونی می‌باشد باید روشی برای کالیبراسیون انتخاب شود که به سهولت قابل اجرا و تکرار بوده و نیاز به ابزار خاصی نداشته باشد [۸]. با روشی که در این مقاله برای کالیبراسیون توسعه یافته است می‌توان در مدت کمتر از یک دقیقه و تنها با ضربه زدن بر روی سه نقطه از تصویر، مختصات هر نقطه از تصویر دوربین ثابت را به موقعیت واقعی آن نقطه در فضا نگاشت کرد. با این روش حتی می‌توان نواحی تحت مراقبت چند دوربین ثابت را با یک دوربین متحرک کنترل، و با بزرگنمایی مناسب نمایش داد.

در شکل ۳ نمایشی از موقعیت شیء و پارامترهای مرتبط با موقعیت آن نسبت به دوربین نشان داده شده است. بر اساس این پارامترها و پارامترهای موجود در جدول ۱ و با استفاده از روابط (۳) تا (۸)، نگاشت موقعیت شیء در تصویر به زوایای مورد نیاز برای حرکت دوربین PTZ (θ_d و ϕ_d) به دست خواهد آمد.

$$XX = X0 \frac{CCDL}{768}$$

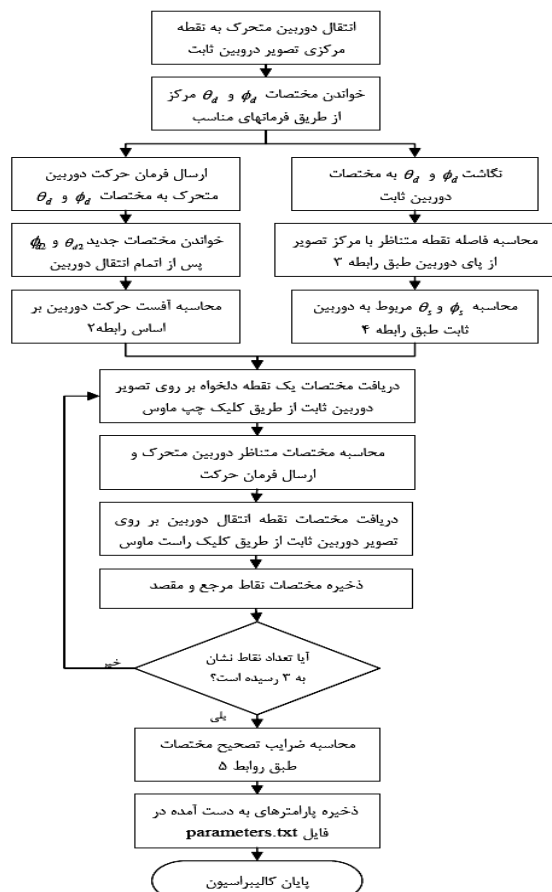
$$YY = Y0 \frac{CCDW}{576} \quad (۳)$$

$$Z = H_s \tan(\phi_s + \tan^{-1}(YY/F_s)) \quad (۴)$$

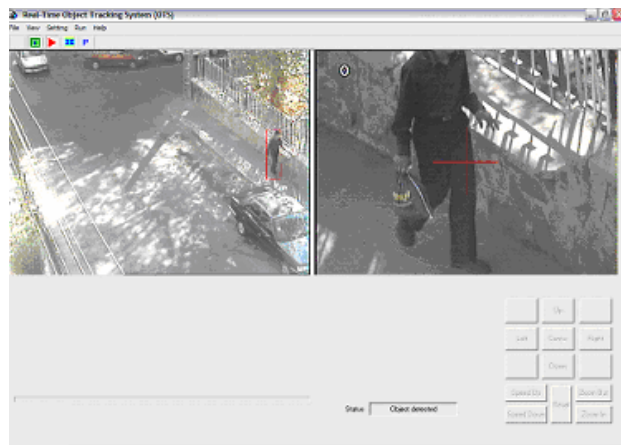
$$W = XX \frac{(Z^2 + H_s^2)^{1/2}}{(YY^2 + F_s^2)^{1/2}} \quad (۵)$$

جدول ۱: پارامترهای مورد استفاده در نگاشت مختصات شیء.

$(X0, Y0)$	مختصات نقطه متناظر با مرکز شیء در تصویر دوربین ثابت (Pixel)
(XX, YY)	مختصات مرکز متناظر با شیء در روی صفحه سنسور (برحسب متر)
(X_{off}, Y_{off})	بردار فاصله دوربین ثابت و دوربین متحرک
(X_d, Y_d, H_d)	مختصات دوربین متحرک در فضای واقعی (بر حسب متر)
CCDL	طول صفحه سنسور دوربین ثابت
CCDW	عرض صفحه سنسور دوربین ثابت
Z	فاصله نقطه حضور شیء در واقعیت تا نقطه زیر دوربین ثابت (بر حسب متر)
$H_s = H$	ارتفاع دوربین ثابت از سطح زمین
$\phi_s = \phi$	زاویه دوربین ثابت نسبت به خط عمود بر زمین
F_s	فاصله کانونی دوربین ثابت
$\theta_s = \theta$	زاویه افقی محور دوربین ثابت نسبت به محور طولی فرض شده برای دوربین متحرک
θ_2	اختلاف زاویه افقی شیء و محور دوربین نسبت به محور طولی فرض شده برای دوربین متحرک
H_d	ارتفاع دوربین متحرک نسبت به سطح زمین
ϕ_d	زاویه کجی محور دوربین متحرک نسبت به خط عمود (۰-۹۰)
θ_d	زاویه افقی محور دوربین متحرک نسبت به مبدأ مشخصی (۰-۳۶۰)



شکل ۴: روند نمای تنظیم دوربین.



شکل ۵: واسط گرافیکی سیستم در هنگام ردیابی یک عابر - نمای سمت چپ تصویر دوربین ثابت و نمای سمت راست تصویر دوربین PTZ را نمایش می‌دهد.

شئی در طول ردیابی توسط این دوربین به صورت همزمان توسط نرم‌افزار نمایش داده شده و تصاویر مربوط به شئی بر روی دیسک ذخیره می‌شود. شکل ۵ واسط گرافیکی نرم‌افزار در هنگام ردیابی یک شئی را نشان می‌دهد. مشکل عمده‌ای که در اکثر سیستم‌های شناسایی و ردیابی شئی وجود دارد، گم شدن شئی و عدم تمایز اشیاء

$$\phi_d = \pi/2 - \tan^{-1}((X^2 + Y^2)^{1/2} / H_d) \quad (8)$$

در مرحله تنظیم دوربین سعی شده است تا کلیه پارامترهای مورد نیاز برای تنظیم دقیق حرکت دوربین استخراج گردد. در روش ابداعی خطایی که در اثر انحراف حرکت دوربین در جهات مختلف (PAN و TILT)، خطای ناشی از منظور نشدن شیب جاده و جبران تقریب اعمال شده در پارامترهای ورودی مثل ارتفاع دوربین‌ها ایجاد شده است با وارد کردن اثر آنها در زوایای دوربین ثابت جبران خواهند شد. جبران خطای محاسبه فاصله کانونی دوربین ثابت و نیز اعوجاج عدسی دوربین در رابطه (۹) منظور شده است. در شکل ۴ روند نمای تنظیم دوربین نشان داده شده است.

$$Y = A_y X_0 + B_y Y_0 + C_y \quad (9)$$

$$X = A_x X_0 + B_x Y_0 + C_x$$

پس از محاسبه نگاشت محل سه نقطه انتخاب شده توسط کاربر، به نقاط به دست آمده از روابط فوق، ضرایبی برای تصحیح مختصات شئی به دست خواهد آمد که با اعمال این ضرایب به مختصات شئی در تصویر دوربین ثابت، طبق رابطه (۹)، مختصات جدید برای استفاده در رابطه (۸) و به دست آوردن زوایای دقیق دوربین متحرک به دست خواهد آمد. لازم به ذکر است که سهولت شیوه ابداعی در انجام کالیبراسیون، که با اعمال حداقل پارامترها بیشترین دقت را در نگاشت مختصات نتیجه می‌دهد، بر مبنای فرمانهای کنترلی خاص دوربین PTZ و امکان خواندن موقعیت زاویه به دست آمده است.

۳- نتایج عملی

برای راه‌اندازی سیستم از یک دوربین ثابت رنگی، دوربین PTZ پاناسونیک مدل WV-CS850، کارت Grabber مدل PicoTetra ساخت کمپانی Eurosyst، مبدل RS232 به RS485 و کامپیوتر با پردازشگر Xeon 2.8 GHz استفاده شده است. نرم افزار پردازشگر به زبان VC6++ در محیط WinXP برای پردازش بلادرنگ فریم‌های متوالی تصویر دوربین ثابت و کنترل دوربین PTZ پیاده‌سازی شده است. هدف نهایی سیستم، ذخیره تصاویر با بزرگنمایی مناسب از PicoTetra ساخت کمپانی Eurosyst، مبدل RS232 به RS485 و کامپیوتر با پردازشگر Xeon 2.8 GHz استفاده شده است. نرم افزار پردازشگر به زبان VC6++ در محیط WinXP برای پردازش بلادرنگ فریم‌های متوالی تصویر دوربین ثابت و کنترل دوربین PTZ پیاده‌سازی شده است. هدف نهایی سیستم، ذخیره تصاویر با بزرگنمایی مناسب از شئی مشاهده شده در ناحیه مورد مراقبت در طول زمان حضور در منطقه می‌باشد. بدین منظور تصویر کل منطقه از یک دوربین معمولی رنگی گرفته شده و نمایش داده می‌شود. پردازش‌های لازم برای آشکارسازی و ردیابی شئی بر روی تصویر دوربین ثابت انجام می‌شود. پس از شناسایی شئی در محیط مورد نظر، فرمان‌های لازم برای ردیابی شئی از طریق پورت سریال به دوربین PTZ ارسال می‌شود و تصویر



شکل (۶): تعدادی از فریم‌های ذخیره شده از ردیابی یک فرد با ذکر شماره توالی فریم‌ها، پایداری الگوریتم در دنبال کردن شیئی را نشان می‌دهد.

Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, pp. 809-830, 2000.

- [3] Bradski, G.R., "Computer Vision Face Tracking as a Component of a Perceptual User Interface," IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, Princeton, pp. 214-219, 1998.
- [4] Barron, J., Fleet, D., Beauchemin, S., "Performance of optical flow techniques," International Journal of Computer Vision, vol. 12, pp. 42-77, 1994.
- [5] Erdem, C.E., Tekalp, A.M., Sankur, B., "Video Object Tracking With Feedback of Performance Measures," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 13, no. 4, pp. 310-24, April 2003.
- [6] Liyuan, L., Huang, W., Gu, I., Tian, Q., "Foreground object detection in changing background based on color cooccurrence statics," Proceedings of Sixth IEEE Workshop on Application of Computer Vision, pp. 269-274, 3-4 Dec. 2002.
- [7] Toyama, K., Krumm, J., Brummit, B., Wallflower, B. M., "Principles and practice of background maintenance," Proceedings of IEEE International Conference on Computer Vision, pp. 255-261, 1999.
- [8] Smith, L. N., Smith, M. L., "Automatic machine vision calibration using statistical and neural network methods," Image and Vision Computing, vol. 23, pp. 887-899, 2005.
- [9] Cucchiara, R., Grana, C., Prati, M., "Detecting moving objects, ghosts, and shadows in video streams," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 25, pp. 1337-1342, 2003.
- [10] Yang, T., Li, S. Z., Pan, Q., Li, J., "Real-Time and Accurate Segmentation of Moving Objects in Dynamic Scene," ACM Multimedia-2nd International Workshop on Video Surveillance and Sensor Networks, New York, pp. 136-143, Oct. 10-16, 2004.
- [11] Fuentes, L. M., Velastin, S. A., "People tracking in surveillance applications," Image and Vision Computing, vol. 24, pp. 1165-1171, Nov. 2006.

نزدیک به هم در صحنه است [۱۰]. الگوریتم پیشنهادی این مقاله به میزان قابل توجهی این مشکل را برطرف می‌کند. به عنوان نمونه شکل ۶ چندین فریم از ردیابی یک شیئی نمونه را نشان می‌دهد. در این مثال چندین شیئی دیگر در زمانهای مختلف نزدیک شیئی مورد نظر شده‌اند ولی هیچگاه روند ردیابی دچار اختلال نشده است. کارایی و سرعت نرم‌افزار پیاده‌سازی شده ما را به تعقیب اتومبیل‌های در حال حرکت نیز قادر ساخته است. دریافت ۲۰ فریم در ثانیه در حال پردازش بی‌درنگ، که نسبت به نرخ به دست آمده در کاربردهای مشابه [۱۱] بیش از دو برابر شده، از مزایای روشهای پردازشی به کار رفته در این سیستم است.

۴- نتیجه‌گیری

این مقاله خلاصه‌ای از تجربیات ما در پیاده‌سازی عملی یک سیستم ردیابی اشیاء برای استفاده در محیط‌های بیرونی و در شرایط مختلف محیطی تا رسیدن به عملکرد قابل قبول را تشریح می‌کند. الگوریتم پیشنهادی در این مقاله مشکلات موجود در سیستم‌های شناسایی و ردیابی اشیاء نظیر گم کردن شیئی، حساسیت به نویز، شرایط نوری مختلف محیط، عدم تفکیک اشیاء در محیط‌های شلوغ و عدم کنترل دقیق دوربین متحرک با توجه به سرعت و جهت حرکت شیئی را برطرف می‌کند. نتایج حاصل از راه‌اندازی این سیستم در محیط واقعی مبین موارد مذکور است. اختلال در ردیابی اشیاء با رنگ بسیار روشن در هوای آفتابی که به دلیل انعکاس نور و عدم توانایی سیستم در تفکیک آن از پس زمینه بروز می‌دهد از مشکلاتی است که در برخی موارد با آن روبرو شده و در ادامه کار در صدد رفع این نقص خواهیم بود.

مراجع

- [1] KawTrakulPong, P., Bowden, R. "A real time adaptive visual surveillance system for tracking low resolution colour targets in dynamically changing scenes," Image and Vision Computing, vol. 21, pp. 913-929, 2003.
- [2] Haritaoglu, I., Harwood, D. Davis, L. S., "Real time surveillance of people and their activities," IEEE