ارائه روش جدید برای تشخیص وردیابی چشم با استفاده از ویژگی های محلی چشم

علی عظیمی ستوده کاشانی [1]، مهدی ملایی آرانی [2] محمدرضا رمضانپورفینی [3]
[1] دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر ، Azimi.kashani@yahoo.com
[2] پیام نور مرکز اردستان، Dr.m.mollaei@gmail.com
[3] دانشگاه آزاد واحد کاشان، Mr.ramezanpor@yahoo.com

چکیده - در این مقاله یک روش برای مشکل تشخیص چشم در تصاویر ارائه خواهیم کرد. برای این کار از ویژگی های مانند رنگ ،شدت رنگ و نور، لبه استفاده می شود. به طور کلی می توان یک سیستم تشخیص و ردیابی چشم را به چهار مرحله تقسیم کرد. تشخیص صورت، تشخیص محدوده ی چشم، یافتن موقعیت مردمک و ردیابی چشم. برای بدست آوردن موقعیت مردمک چشم، ابتدا ناحیه ی صورت با استفاده از ویژگی رنگ پوست تشخیص داده می شود، سپس بر اساس هیستوگرام افقی بدست آمده از ناحیه ی صورت، محدوده ای از صورت که شامل چشم ها و ابروها می باشد را جدا می کنیم. این مرحله باعث کاهش حجم محاسبات می شود. در پایان با استفاده از الگوریتم هریس و ویژگی های محلی چشم، موقعیت مردمک را بدست می آوریم. در مرحله بعد به ردیابی محدوده ی چشم می پردازیم. در روش پیشنهادی، تشخیص و ردیابی چشم بر روی مجموعه های آزمایشی که از تصاویر داده های صورت مختلف با پس زمینه های پیچیده جمع آوری شده اند، اعمال گردیده است. نتایج آزمایش نرخ تشخیص خطا 5.1٪ را نشان می دهد، این روش در مقایسه با رو شهای موجود عملیات محاسباتی کمتری داشته و باعث می شود به حالت بلادرنگ نزدیکتر شود.

کلید واژه تشخیص چشم، فیلتر کالمن، الگوریتم هریس، ردیابی چشم.

1- مقدمه

تشخیص چشم یکی از مباحث مهم در تعامل بین انسان وکامپیوتر می باشد اخیرا این مبحث به طور وسیعی در کاربردهایی مثل تشخیص صورت، تشخیص خستگی راننده و ... استفاده می شود. برای این که بتوان حرکت چشم ها را در تصاویر ویدیوئی ردیابی کرد باید خصوصیات و ویژگی های شاخص و کلیدی چشم را تعریف نمود و در تصاویر مورد نظر آنها را استخراج نمود. استخراج این ویژگی ها بدین معنی است که مختصات و موقعیت چشم در تصویرداده شده تعیین گردیده است. برای استخراج این ویژگی ها در تصاویر می توان ابتدا محدوده ی صورت را در تصویر تشخیص داد. این امر سبب می شود که نواحی اطراف صورت حذف شود و باعث کوچکتر شدن محدوده ی جستجو گردد. وجود عوامل مزاحم در صورت مانند عینک، ریش، چرخش سر، تغییرات شدت نور می تواند روی خروجی تاثیر داشته باشد. به عنوان مثال، عینک اغلب ناحیه چشم را تار می کند، ریش یا نقاشی های روی صورت، چهره ی نرمال انسان را مخدوش می کند. تکنیک های مختلفی برای تشخیص و شناسایی چشم بوجود آمده اند که در بازه وسیعی قرار دارند، از تکنیک های بسیار ساده مانند الگوریتم های لبه یاب گرفته تا رویکردهای سطح بالای ترکیبی که روش های پیشرفته شناسایی الگو را بکار می گیرند. هانسن و همکارش[1] روش های موجود تشخیص چشم را به 4 دسته ی اصلی تقسیم بندی کرده اند :

- روش های مبتنی بر شکل و ساختار
- روش های مبتنی بر ویژگی
- روش های مبتنی بر وضعیت ظاهری
- روش های ترکیبی

هر چند مرز بندی بین این گروه ها کار مشکلی است و گاه تشخیص این مرز بندی ها به سادگی امکان پذیر نیست. لازم بذکر است که در اغلب اوقات در کاربردهای عملی، ترکیبی از روش های فوق الذکر بکار گرفته می شوند.

2 - ایجاد مدل برای رنگ پوست

2-1- مدل گوسی ساده

بر اساس مدل رنگ پوست می توان یک تابع همانندی تعریف کرد که بر مبنای آن بتوان تعلق یا عدم تعلق هر پیکسل در تصویر آزمایشی به ناحیه پوستی را تعیین کرد. توزیع رنگ پوست را می توان در فضای رنگ کروماتیک از طریق یک توزیع نرمال (گوسی) با پارامترهای μ و $\sum$ بازنمایی کرد. توزیع نرمال چند متغیره بردار تصادفی D بعدی x به صورت رابطه 1 تعریف می شود.

$$N(x;\mu,\Sigma)=\frac{1}{(2\Pi)^{\frac{D}{2}}|\Sigma|^{\frac{1}{2}}}\exp[-\frac{1}{2}(x-\mu)^T\Sigma^{-1}(x-\mu)] \qquad (1)$$

در حالی که μ بردار میانگین و $\sum$ ماتریس کوواریانس بردار x است پارامترهای مدل، از داده های آموزشی طبق رابطه 2 بدست می آید:

$$\mu = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} c_i$$
$$\Sigma = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(c_i-\mu)(c_i-\mu)^T \qquad (2)$$

فاصله مهالونوبیس از بردار رنگ c تا بردار μ و کواریانس $\sum$ اندازه گیری شده، تعلق پیکسل c را به رنگ پوست بیان می کند.

2-2- مدل مخلوط گوسی

علی رغم اینکه مدل گوسی ساده، در تشخیص ویژگی ها و تبعیض قائل شدن بین دسته های مختلف موفق عمل می کند اما هنگامیکه مولفه های مربوطه نسبت به میانگین تغییرات یکنواختی نداشته باشند ممکن است خطا هایی غیر قابل تحمل در محاسبات داشته باشد. یک تقریب خوب، استفاده از مدل مخلوط گوسی است. به طور کلی می توان گفت مدل مخلوط گوسی تقریب خوبی از پدیده هایی با توزیع طبیعی می باشد. به همین دلیل از مدل مخلوط گوسی به عنوان سیستم مبنا در بسیاری از مدل های هیبرید استفاده می شود و نیز در بسیاری از آزمایشات به عنوان مدل مرجع جهت مقایسه استفاده می شود. در مدل مخلوط گوسی، از چند تابع گوسی جهت مدل نمودن رنگ پوست استفاده می شود [4]. مخلوط گوسی برابر مجموع وزن M جزء توزیع گوسی می باشد. احتمال بردار ویژگی x به مدل توسط رابطه 3 محاسبه می شود.

$$f(x\mid\lambda_i)=\sum_{i=1}^{M} p_i g_i(x) \qquad (3)$$

$g_i(x)$ احتمال مشاهده بردار x است که این احتمال از مخلوط i ام ناشی شده است و p_i وزن مخلوط i ام می باشد. بطور کلی می توان هر یک از توزیع های مخلوط گوسی را توسط بردار میانگین (μ_i)، ماتریس کوواریانس (Σ_i) و وزن مخلوط (p_i) بیان کرد(رابطه 4). هر کدام از پارامتر های فوق معرف یک رنگ پوست می باشند. شکل 1 نتیجه مرحله تشخیص رنگ پوست را نشان می دهد.

$$\lambda_i=(\mu_i,\Sigma_i,p_i) \qquad (4)$$

شکل(1) : نمونه ایی از نتایج تشخیص رنگ پوست

3 - روش پیشنهادی

در روش پیشنهادی از اطلاعات رنگی، در محیط YCBCR برای تشخیص رنگ پوست استفاده شده است. روش پیشنهادی باید بتواند رنگ پوستهای متفاوت را در تصاویری با پس زمینه های پیچیده تشخیص دهد. پرواضح است که دستیابی به چنین دامنه ای از موفقیت با مدل کردن رنگ پوست با چند مخلوط گوسی امکان پذیر است و پیشنهاد استفاده از مدل مخلوط گوسی برای تصاویر مختلف موجه به نظر می رسد. یکی از مشکلاتی که در روند تعیین نواحی رنگ پوست بوجود می آید، همانندی رنگ پیکسلهایی از تصویر با مدل رنگ پوست است که هیچگونه تعلقی به نواحی مد نظر ما ندارند. وجود این نواحی اضافی باعث افزایش پیچیدگی محاسبات و تداخل در عملکرد صحیح سیستم خواهد شد. باید از میان نواحی تقطیع شده، یکی را به عنوان ناحیه ی مد نظر انتخاب و از پردازش بقیه نواحی صرفنظر شود. برای این منظور بزرگترین ناحیه ی مشمول رنگ پوست را به عنوان ناحیه ی اصلی انتخاب می کنیم. انجام این کار به راحتی با محاسبه ی مساحت هر ناحیه امکان پذیر است.

برای پایداری بیشتر این روش نیز می توان در مواقعی کـه چنـد ناحیه با مساحت های تقریبا یکسان داریم از نسبت طـول محـور اصلی به فرعی ناحیه ی مورد نظر اسـتفاده کـرد. پـس از یـافتن صورت برای کاهش زمان محاسبات بـا ارائـه روشـی محـدوده ی چشم را از تصویر استخراج کرده و با اعمـال روش هـریس مکـان تقریبی مردمک بدست آورده خواهد شد. روش تـشخیص گوشـه ی هریس تا به حال برای تشخیص گوشه استفاده شده است امـا در اینجا از آن جهت تشخیص مردمک چشم استفاده شده اسـت. مزیتی که این روش پیشنهادی نسبت به روش هـای قبلـی دارد این است که داری محدودیت های کمتر مـی باشـد و همچنـین محاسبات و پیچیدگی کمتری دارد و به حالت بلادرنگ نزدیکتـر است. همچنین این روش دارای نرخ تشخیص بالایی اسـت. روش پیشنهادی را به 4 بخش می توان تقسیم کرد.

مرحله تشخیص صورت

مرحله استخراج محدوده ی چشم

مرحله تشخیص مردمک چشم

مرحله ردیابی محدوده ی چشم

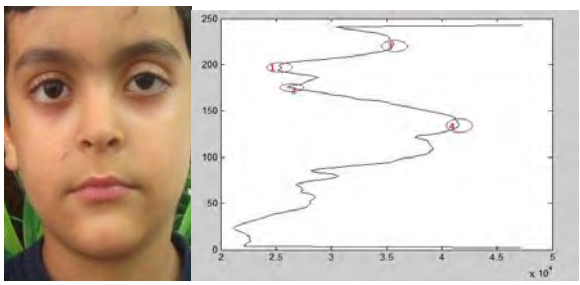
ابتدا در فریم اولیه با استفاده از مدل گوسی رنـگ پوسـت و آستانه ی مناسب، رنگ پوسـت در تـصویر جداسـازی شـده و بـا انتخاب بزرگترین ناحیه در تصویر، ناحیه چهره(صورت) مـشخص مـی شـود. بـرای جلـوگیری از تـاثیر تغییـرات شـدت نـور روی الگـوریتم پیـشنهادی، تـصویر ورودی از فـضای رنگـی RGB بـه فضای رنگی YCbCr تبدیل می شود. پـس از یـافتن صـورت، بـا توجه به اینکه، بالای ابروها و پایین چشم ها روشن تـر از ناحیـه ی مربوط به چشم ها هستند محدوده ی چشم استخراج خواهـد شد. این محدوده که از بالای ابروها شروع و تا زیر پلک ها ادامـه می یابد، در بردارنده ی دو ابرو، دو چشم و ویژگی های آنها مانند پلک ها و گوشه های چشم می باشد.

3-1 - استخراج محدوده ی چشم

یکی از مهمترین نـواحی چهـره کـه تعـداد زیـادی از نقـاط ویژگی مطلوب ما در آن اجتمـاع یافتـه انـد، محـدوده ی چـشم است. این محدوده که از بالای ابروها شروع و تا زیر پلک ها ادامه می یابد، در بردارنده ی دو ابرو، دو چشم و ویژگی های آنها مانند پلک ها و گوشه های چشم می باشد. برای بدست آوردن محدوده ی چشم بعد از اینکه ناحیه ی چهره را از تـصویر اسـتخراج شـد تصویر افقی ناحیه صورت محاسبه می شود. تصویر افقـی بـرای یک تصویر با ابعاد $N_{Rows} \times N_{Columns}$ از جمع شدت پیکسل ها در هر سطر بدست می آید(رابطه 5).

$$vp = \{vp_x | 1 \le x \le N_{Rows}\}$$
$$vp_x = \sum_{y=1}^{N_{Columns}} f(x,y) \qquad (5)$$

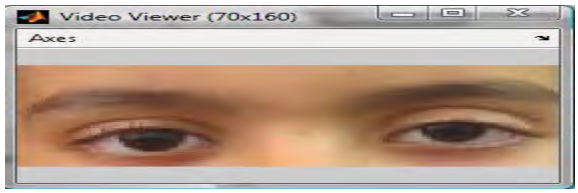
در مرحلـه سـوم بـا اسـتفاده از الگـوریتم تـشخیص گوشـه هریس، کاندیداهای چـشم اسـتخراج مـی شـوند. از ویژگـی بـی نظمی رنگ در ناحیه ی چشم استفاده نموده و کاندیـداهای غیـر مفید حذف می شوند. از بـین کاندیـداهای چـشم، دو ناحیـه بـا بیشترین بی نظمی رنگ، به عنوان چشم در نظر گرفته می شـود و مختصات مرکز مردمک چشم بدست می آید. پس از تـشخیص مردمک در فریم اولیه، به ردیابی محدوده ی چشم در فریم های بعدی پرداختـه خواهـد شـد. در شـکل 2 تـصویری از ناحیـه ی تقطیع شده ی پوست چهره به همراه تصویر افقی آن دیـده مـی شود. همانگونه که در این شکل مشاهده می کنیـد، اولـین دره از بالا(شماره یک در شکل) متعلق به ابروها و دومـین دره (شـماره 2 در شکل) مربوط به محل مردمک چشم مـی باشـد. بـه دلیـل تغییرات شدید ناحیه ی چشم، به راحتی نمـی تـوان ایـن دره را استخراج نمود. همچنین در صورت چرخش صـورت نمـی تـوان ادعا کرد که دومین دره همیشه مربوط به ناحیـه چـشم خواهـد بود. با توجه به شکل 2 به دلیل اینکه پیشانی و پایین چشم هـا روشنتر از خود قسمت مردمک چشم می باشد می توان به جـای در نظر گرفتن نقاط مینیمم روی نمودار(شماره 1و2 روی شکل) از دو نقطه ماکزیمم محلی (شماره 3و4 روی شکل)روی نمـودار استفاده کرد تا بتوان محدوده چشم را بدست آورد.



شکل (2): تصویر افقی صورت: محور افقی مجموع پیکسلهای هرسطر از تصویر صورت و محور عمودی شماره هر سطررا نشان می دهد

اگر از سمت بالای صـورت بـه سـمت پـایین حرکـت کنـیم مشاهده می کنیم که دو مقدار حـداکثر ایـن تـصویر افقـی، بـه ترتیب یکی متعلق به ناحیه پیشانی و دیگری متعلق به ناحیه ی بین چـشم هـا و دهـان اسـت (روی تیغـه ی بینـی). بـه لحـاظ فیزیولوژی چهره، نیز این مشاهده درست به نظر می رسـد. زیـرا قسمت پهن صورت که سطح روشنایی نسبتا بالایی هـم دارد، در

این ناحیه ها قرار دارد. شکل3 نتیجه ی استخراج محدوده ی چشم را از ناحیه چهره نشان می دهد. از آنجایی که محدوده ی چشمی مطلوب، بالای ناحیه چهره قرار دارد پس اگر فرد دارای ریش می باشد تاثیری در نتیجه ی این مرحله نخواهد داشت.



شکل (3) : استخراج محدوده چشم از ناحیه صورت که با توجه به تصویر افقی صورت بدست می آید

2-3 - تعیین موقعیت مردمک چشم

در تصاویر سطح خاکستری همواره عنبیه و مردمک از قسمت سفیدی چشم تیره تر هستند و این واقعیت بدون توجه به رنگ چشم، قابل مشاهده است. در اینجا برای تعیین موقعیت عنبیه از روش هریس استفاده شده است. الگوریتم هریس از محاسبات پیچیده اجتناب می کند این روش ماتریس استاندارد گوشه را از رابطه (6) بدست می آورد.

$$R = AB - C^2 - K(A+B)^2 \qquad (6)$$

ومقادیر A,B,C عبارتند از :

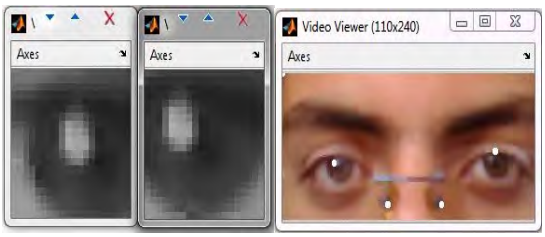
$$A = (I_x)^2 \otimes w$$
$$B = (I_y)^2 \otimes w$$
$$C = (I_x I_y)^2 \otimes w$$

متغیر K فاکتور حساسیت است ومقدارش می تواند بین صفر تا 0.25 باشد($0<K<0.25$) هر چه مقدار K کوچکتر باشد الگوریتم، گوشه های تیز را در تصویر تشخیص خواهد داد از ضرایبی به عنوان پارامتر های فیلتر جداکننده استفاده می کنیم تا بردار ضرایب فیلتر را تعریف کنیم این بردار در ترانهاده اش ضرب می شود تا ماتریس ضرایب فیلتر w بدست آید. در روش پیشنهادی، ابتدا تصویر را به سطح خاکستری تبدیل کرده و از روی گرادیان تصویر، مجموعه ای از نقاط داوطلب چشم استخراج می شود. برای حذف کاندیداهای غیر مرتبط با عنبیه، از ویژگی بی نظمی رنگ در ناحیه اطراف عنبیه استفاده شده است. از این رو، برای هر یک از نقاط داوطلب، محدوده ای به اندازه ی 50*50 پیکسل در نظر گرفته و میزان بی نظمی رنگ محاسبه می شود. احتمال بی نظمی از رابطه (7) محاسبه می گردد

$$H(S) = -\sum_{i=1}^{n} p(x_i)\log_2^{p(x_i)} \qquad (7)$$

$p(x_i)$ احتمال پیکسل x_i و n تعداد پیکسلهای هر بخش می باشد. تابع احتمال، $p(x_i)$، برای هر پیکسل، از شمارش تعداد دفعاتی که شدت رنگ پیکسل، در بخش انتخاب شده تکرار می شود به تعداد کل پیکسل ها حاصل می شود. از بین کاندیداهای چشم انتخاب شده توسط الگوریتم هریس، دو نقطه که دارای بیشترین میزان بی نظمی رنگ می باشد را انتخاب می شوند. شکل 5 نشان می دهد که چشم ها دارای بیشترین میزان بی نظمی رنگ، نسبت به بقیه اجزای صورت می باشد. سپس با استفاده از روش تقاطع خطوط، موقعیت مرکز مردمک محاسبه می شود. خروجی این مرحله یافتن مرکز مردمک چشم در تصویر است که این نقاط در شکل 4 مارک دار شده است.

شکل (4) : تشخیص مردمک با روش پیشنهادی



شکل(5) : میزان بی نظمی رنگ در نواحی چشم- از بین کاندیداهای چشم انتخاب شده توسط الگوریتم هریس، چشم ها دارای بیشترین میزان بی نظمی رنگ می باشند که در سمت راست تصویر نشان داده شده اند.

3-3 - ردیابی چشم

در اکثر کاربردها، پس از تشخیص و شناسایی چشم، نوبت به تعقیب و ردیابی حرکات چشم یا صورت می رسد. همان مسائل و مشکلاتی که در قسمت تشخیص چشم مطرح بود، در تعقیب و ردیابی نیز مطرح است. با این تفاوت که در مواردی مشکلات قوی تر ظاهر شده، تاثیر مخرب بیشتری در پروسه تعقیب دارند. بعنوان مثال متغیر بودن شرایط نوری محیط اطراف، بمراتب در سلسله تصاویر بیشتر خود را نشان داده و مشکلات بیشتری را ایجاد می کند. در برخی از موارد این عامل

موجب از دست رفتن موقعیت چشم در تصویر شده و باعث می شود مرحله ی تشخیص چشم مجددا تکرار شود. انعکاس نور از روی عینک، در یک فریم خاص، نیز می تواند همین مشکلات را ایجاد کند. برای ردیابی چشم علاوه بر تخمین و مکان یابی موقعیت چشم ها در فریم های متوالی، حرکات سر را نیز باید مورد توجه قرار داده، روشی پیشنهاد گردد که تا حد ممکن نسبت به تغییرات حرکات سر بی تفاوت باشد. سر، درون تصویر ثابت نیست و می تواند در جهات مختلف جا به جا شود. همچنین مردمک و پلک ها نیز درون محدوده ی سر دارای حرکات مستقل خود هستند و همین حرکات رفتار چشم را تعیین می کنند. برای پشتیبانی از حرکات سر، خود چشم را ردیابی نمی کنیم برای این کار، قسمتی از صورت که شامل محدوده ی دو چشم می باشد ردیابی خواهد شد. از بین روش های موجود، فیلتر کالمن دارای پیچیدگی محاسباتی کمتر و سرعت بالاتری می باشد از این رو برای ردیابی محدوده ی چشم از فیلتر کالمن استفاده خواهیم کرد. فیلتر کالمن در هر مرحله با استفاده از اطلاعات حرکت در زمان های قبل، بردار حالت زمان بعد را پیش بینی می کند. برای ردیابی بردار حالت به صورت زیر در نظر گرفته می شود.

$$X = (x, y, v_x, v_y)$$

x, y مختصات مرکز محدوده ی شامل چشم و v_x, v_y اختلاف مختصات مرکز محدوده ی چشم در دو فریم متوالی است. فیلتر کالمن بردار حالت را در زمان $t+1$ از روی بردار حالت زمان t تخمین می زند.

$$X_{t+1} = \Phi X_t \qquad (8)$$

بردار مشاهده به صورت $z = (x, y)$ در نظر گرفته می شود و معادله ارتباط دهنده ی بردار حالت و بردار مشاهده به صورت رابطه ی (9) بیان می شود.

$$Z_{t+1} = H\ X_{t+1} \qquad (9)$$

که در آن ماتریس Φ به صورت زیر می باشد.

$$\Phi = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

H ماتریس ارتباط دهنده بردار X, Z است و به صورت زیر تعریف می شود.

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

بر اساس بردار مشاهده تخمین زده شده (Z_{t+1}) محدوده ای در نظر گرفته و روش پیشنهادی را در آن محدوده اجرا خواهد شد. این امر باعث می شود محدوده ی عملیاتی کوچکتر شده و محاسبات کمتری نیاز باشد. پس از این که مختصات دقیق محدوده ی شامل چشم بدست آورده شد بردار حالت جدید از رابطه ی (10)بدست می آید. فیلتر کالمن[5]بر اساس بردار حالت بدست آمده پارامترهایش را برای تخمین در مراحل بعدی اصلاح می کند.

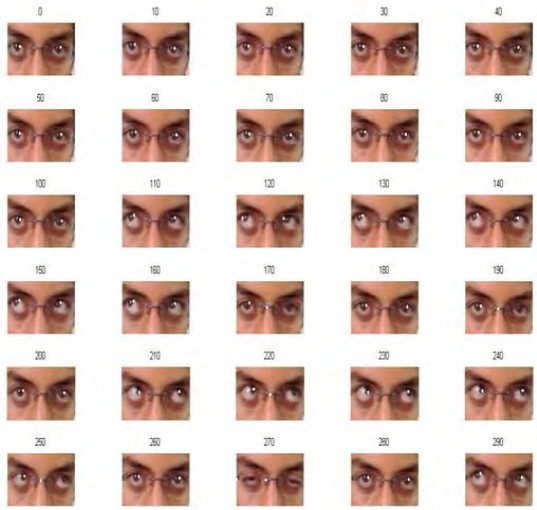
$$x_{t+1} = x_{t+1}^{-1} + k_{t+1}\left(z_{t+1} - Hx_{t+1}^{-1}\right) \qquad (10)$$

4- نتایج و مشاهده

تمام آزمایشات در محیط شبیه ساز نرم افزار مطلب انجام می شود. در شکل 6 نتایج حاصل از مرحله ی تشخیص چشم آن بیان شده است. پس از تشخیص چشم در فریم اولیه، در مراحل بعد برای کاهش حجم محاسبات از فیلتر کالمن استفاده نموده و به ردیابی چشم پرداخته می شود. برای ردیابی چشم علاوه بر تخمین و مکان یابی موقعیت چشم ها در فریم های متوالی، حرکات سر را نیز باید مورد توجه قرار داد. سر، درون تصویر ثابت نیست و می تواند در جهات مختلف جا به جا شود. مردمک و پلک ها نیز درون محدوده ی سر دارای حرکات مستقل خود هستند. برای پشتیبانی از حرکات آزاد سر در تصویر به جای ردیابی چشم ها به ردیابی محدوده ای از صورت که شامل دو چشم و ابرو می باشد پرداخته می شود.

شکل (6) : تشخیص صحیح مردمک چشم

روش پیشنهادی یک فرایند مرحله به مرحله است و نتایج تشخیص مرحله بعدی ضرورتا به مرحله قبلی وابسته است. بنابراین اگر مرحله اول دقیق نباشد تشخیص نهایی دقت لازم را نخواهد داشت و روش ارائه شده دچار مشکل خواهد شد. نتایج آماری نرخ تشخیص چشم در جدول 1 بیان شده است. با توجه به نتایج بدست آمده می توان ادعا نمود که این روش دارای نرخ تشخیص بالایی است.



شکل(7) : نتایج حاصل از ردیابی یک فرد دارای عینک در فریم های مختلف

شکل 7 نتیجه ی ردیابی محدوده ی چشم با استفاده از فیلتر کالمن و تشخیص مردمک را در فریم های مختلف نشان می دهد. مقایسه بین روش پیشنهادی و روش های دیگر به دلیل اجرای روش ها در پلتفرم های مختلف و پایگاه داده های مختلف، مشکل می باشد.

جدول (1) : نرخ تشخیص صحیح و اشتباه چشم

	تشخیص صحیح دو چشم	تشخیص اشتباه یک چشم	تشخیص اشتباه دو چشم
نفر اول	٪92.4	٪3.4	٪4.2
نفر دوم	٪89.6	٪5.4	٪5.0
نفر سوم	٪90.8	٪3.1	٪6.1
نفر چهارم	٪94.7	٪3.7	٪1.6
نفر پنجم	٪91.1	٪2.3	٪6.6
نفر ششم	٪88.6	٪4.3	٪7.1
میانگین	٪91.2	٪3.7	٪5.1

جدول(2): مقایسه روشهای مختلف

5- نتیجه گیری

هدف از این مقاله، بررسی روش های جدید در حیطه ی تشخیص و ردیابی حرکات چشم انسان می باشد. آنچه در میان تمام این تلاش ها دیده می شود سعی در جهت ایجاد موازنه ای بین سادگی روش پیشنهادی و میزان کارایی آن است. روشی که در این مقاله ارائه شد با دوربینهای مختلف تست شده و می توان ادعا کرد این روش مستقل از سخت افزار است. روش تشخیص گوشه ی هریس تا به حال برای تشخیص گوشه استفاده شده است اما در اینجا ما از این روش جهت تشخیص مردمک چشم استفاده کردیم. استفاده از الگوریتم هریس جهت تشخیص چشم روش جدیدی است که در مقایسه با سایر روش های موجود بهتر عمل می کند. پس از یافتن محدوده ی چشم در فریم اولیه، با استفاده از فیلتر کالمن مکان محدوده ی چشم را در فریم بعدی تخمین زده می شود و ناحیه ای در اطراف مکان تخمین زده شده در نظر گرفته و مراحل ذکر شده فقط در همین ناحیه انجام می گیرد. این امر باعث می شود محدوده ی عملیاتی کوچکتر شده و محاسبات کمتری نیاز باشد. همانگونه که مشاهده شد و با توجه به نتایج عملی پیاده سازی شده، می توان روش پیشنهادی را به عنوان روش مناسبی جهت تشخیص و ردیابی چشم ارزیابی کرد. نتایج حاصل، نشان می دهد که این روش می تواند به خوبی موقعیت مردمک چشم را تعیین نماید.

مراجع

[1] D. Hansen Q.Ji," In the Eye of the Beholder: A Survey of Models for Eyes and Gaze", Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on March 2010

[2] J. Zhang, Y. Liu and S. Ha," A Novel Approach of Face Detection Based on Skin Color Segmentation and PCA",The 9th International Conference for Young Computer Scientists, IEEE 2008

[3] W. Zheng Z. Lu X. Xu," A Novel Skin Clustering Method for Face Detection", Proceedings of the First International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC'06)

[4] P. Gejgus, J. Placek, M. Sperka," Skin color segmentation method based on mixture of Gaussians and its application in Learning System for Finger Alphabet",International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech'2004

[5] Z Zhu, Q. Ji, K. Fujimura," Combining Kalman Filtering and Mean Shift for Real Time Eye Tracking Under Active IR Illumination", IEEE 2002

[6] Y. Tian, M. T. Kanade, and F. Cohn, " Dual state Parametric Eye Tracking" Technical Report TR 00-18, University of Alberta, September 2000

[7] W Wang, Chao Xu, Hong-Wei Shen," EYE LOCALIZATION BASED ON HUE IMAGE PROCESSING", Proceedings of 2007 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems Nov.28-Dec.1, 2007 Xiamen, China