

آشکار سازی چهره انسان در تصاویر رنگی بر مبنای فیلتر گوسی

عباس نصر آبادی^{۱*}، ساسان آزادی^۲، جواد حدادنیا^۳

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت مقاله: آذر ۱۳۸۷ پذیرش مقاله: فروردین ۱۳۸۸	در این مقاله، آشکار سازی چهره توسط پردازش تصویر در تصاویر رنگی ثابت بررسی شده است. کشف چهره در تصویر، به عنوان یک مرحله اساسی در کاربردهایی است که برای دستیابی به اهداف خود، از ویژگی چهره بهره می‌برند. یکی از روش‌های موثر که در طی سال‌های اخیر مطرح شده است، کشف چهره با استفاده از ویژگی رنگ پوست است. در این مقاله آشکار سازی چهره با استفاده از روش ترکیبی انطباق قالب، تبدیلات فضای رنگ و بر اساس فیلتر رنگ مدل گوسی پیشنهاد شده، ارائه می‌گردد. نتایج شبیه سازی بر روی بانک تصاویر ایجاد شده، نشان می‌دهد که روش فوق نه تنها دارای خطای مثبت و منفی پایینی است، بلکه در مقابل نویز نیز از مقاومت بالایی برخوردار می‌باشد.
واژگان کلیدی: آشکار سازی چهره مدل پوست فضای رنگی $YCbCr$ فیلتر گوسی تطبیق کلیشه	

۱- مقدمه

کشف چهره در زمینه‌های مختلفی مانند شناسایی و تایید هویت بر اساس مشخصات چهره، کاربردهای امنیتی و نظامی، کنفرانس ویدئویی، متحرک سازی حالت‌های چهره، کنترل از راه دور دوربین، ردیابی چهره در تصویر و ویدئو، واسط‌های هوشمند کامپیوتر و انسان، فشرده سازی ویدئو بر اساس محتوا، مدیریت بانک‌های اطلاعاتی تصویری، دسترسی به اطلاعات و غیره کاربرد دارد [۱ و ۲]. هدف از کشف چهره، یافتن موقعیت همه چهره‌های موجود در یک تصویر است و بیشتر تصاویری مدنظر هستند که بیش از یک چهره داشته باشند. کشف چهره یک مسئله پیچیده است زیرا یک سیستم کشف چهره باید انتظارات زیر را برآورده سازد [۳]:

چهره، یک ویژگی منحصر به فرد انسان است. حتی دو فرد همزاد نیز به رغم شباهت زیاد، از لحاظ چهره دارای تفاوت‌های جزئی می‌باشند. این امر موجب می‌شود که بتوان از چهره به عنوان یکی از محک‌های تعیین هویت و شناسایی افراد استفاده کرد. در تمامی کاربردهایی که از ویژگی چهره استفاده می‌کنند، ابتدا باید محل چهره در تصویر مشخص شود. در واقع، کشف چهره یک مرحله اساسی از کاربردهایی است که برای دستیابی به اهداف خود، از نوعی ویژگی چهره بهره می‌برند.

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: abbas.nasrabadi@gmail.com

۱. مربی، گروه مهندسی مکترونیک، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت معلم سبزوار

۲. استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه سمنان

۳. استادیار، گروه مهندسی برق، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت معلم سبزوار

- ۱- نسبت به چرخش و اندازه چهره حساس نباشد.
- ۲- عوامل متفاوتی مانند آرایش و موی صورت درستی آن را تحت تاثیر قرار ندهد.

حرکت می‌کند. با تفریق تصویر و زمینه ثابت، اشیایی که متحرک هستند باقی می‌مانند. سپس در تصویر حاصل با استفاده از ویژگی رنگ و نور، محل چهره تعیین می‌شود. این روش زمانی که اشیاء متحرک زیادی داشته باشیم، کارایی خود را از دست می‌دهد.

۶. روش مبتنی بر عمق: در این روش ابتدا یک جفت تصویر استریو که شامل نمای روبروی چهره هستند، از مجموعه تصاویر ویدئویی نمونه برداری می‌شوند و به کمک تطبیق، نقاطی که متناظر با هم هستند مشخص شده و ویژگی‌های چهره بر اساس اطلاعات عمق استخراج می‌گردد.

۷. روش مبتنی بر رنگ: در این روش نقاط تصویر بر اساس رنگ پوست به دو دسته نقاط پوستی و غیر پوستی طبقه بندی و سپس نواحی پوستی تشکیل می‌شوند. با اعمال تکنیک‌های متعدد بر روی نواحی پوستی، مشخص می‌گردد که آیا ناحیه یک چهره را مشخص می‌کند یا نه.

مطالعات نشان می‌دهد که رنگ پوست یک ویژگی مناسب برای کشف چهره در تصاویر است زیرا پردازش اطلاعات مربوط به رنگ پوست، سریع‌تر از استخراج و پردازش سایر ویژگی‌های مربوط به چهره است و رنگ پوست به تغییرات هندسی چهره حساس نیست.

همچنین تفاوت رنگ پوست نژادهای مختلف انسان، بیشتر به دلیل تفاوت در شدت روشنایی پوست است بنابراین رنگ پوست نژادهای مختلف انسان، در هیستوگرام فضای رنگ ناحیه کوچکی را اشغال می‌کند. پس می‌توان هر تصویر را به یک فضای رنگی تبدیل کرد که در آن فضا، مولفه رنگ و روشنایی مستقل از هم هستند و مدل رنگ پوست را به دست آورد. با کمک مدل حاصل، نواحی پوستی مشخص می‌شوند و برای کشف چهره، پردازش‌های بعدی بر روی این نواحی پوستی انجام می‌شود.

۳- تحت شرایط نور مختلف و زمینه‌های متفاوت به درستی پاسخگو باشد.

برای کشف چهره روش‌های متعددی پیشنهاد شده است که یک طبقه بندی کلی برای این روش‌ها به این شرح می‌باشد [۳، ۴، ۶، ۷ و ۸]:

۱. روش بالا به پایین و بر اساس مدل: در این روش فرض می‌شود که یک مدل از چهره در اندازه‌های مختلف و از بزرگ به کوچک موجود است. سپس تصویر برای بزرگ‌ترین اندازه مدل چهره جستجو می‌شود. اگر یک تطبیق پیدا شد، تصویر با مدل کوچک‌تر چهره نیز جستجو شده و این روند تا آن‌جا ادامه پیدا می‌کند که کوچک‌ترین اندازه ممکن چهره در تصویر پیدا شود. این روش نسبت به چرخش حساس است و توسعه آن برای چهره‌هایی که در نمای روبرو نمی‌باشند، مشکل است.

۲. روش پایین به بالا و بر اساس ویژگی: این روش تصویر را برای مجموعه‌ای از ویژگی‌های چهره جستجو می‌کند و سپس ویژگی‌ها بر اساس ارتباط هندسی‌شان گروه بندی می‌شوند. این روش برای نماهای مختلف چهره قابل توسعه است، اما در صورت تغییر ساختار تصویر جوابگو نیست.

۳. روش مبتنی بر بافت: ایده اصلی این روش استفاده از ویژگی‌های بافت چهره است که توزیع فاصله‌ای سطوح خاکستری در زیر ناحیه تصویر به دست می‌آید و بر این اساس محل چهره در تصویر مشخص می‌شود. این روش نیز برای نماهای مختلف قابل توسعه نیست.

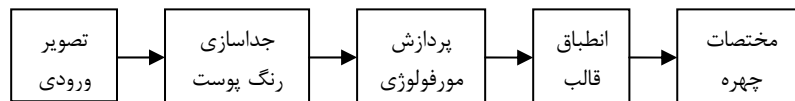
۴. روش شبکه‌های عصبی: در این روش از تصویر اصلی، یکسری زیرتصویرها با اندازه مشخص ایجاد و شبکه عصبی با این الگوها آموزش داده می‌شود. اگر شبکه با ترکیبی از نماهای مختلف چهره آموزش ببیند، کارایی روش بسیار پایین می‌آید.

۵. روش مبتنی بر حرکت: از این روش زمانی استفاده می‌شود که زمینه ثابت است و شیء در آن

در روش پیشنهادی ابتدا نقاط پوستی با استفاده از فیلتر رنگ مدل گوسی مشخص می‌شود و بر اساس این نقاط، نواحی پوستی تعیین می‌شوند. سپس با اجرای انطباق قالب بر روی نواحی پوستی که احتمال دارد یک چهره را مشخص کنند، محدوده چهره‌ها در تصویر تعیین می‌گردد. در حالت کلی بلوک دیاگرام مطالب فوق مبتنی بر پیش پردازش‌هایی که در طی الگوریتم اجرا می‌گردند، به صورت بلوک دیاگرام شکل ۱ نشان داده می‌شود.

هدف این مقاله، کشف چهره در تصاویر رنگی با استفاده از رنگ پوست است. در بخش دوم، الگوریتم آشکارسازی چهره با استفاده از روش تلفیقی انطباق قالب، تبدیلات فضای رنگ و بر اساس فیلتر رنگ مدل گوسی پیشنهاد شده، توضیح داده می‌شود. سپس الگوریتم پیاده سازی شده و نتایج ارزیابی آن‌ها در بخش سوم، مقایسه و بررسی می‌شوند.

۲- آشکارسازی چهره بر اساس فیلتر مدل گوسی پیشنهاد شده



شکل ۱- بلوک دیاگرام سیستم آشکارسازی چهره با استفاده از روش ترکیبی

در این مرحله، یک فیلتر رنگ برای تفکیک نواحی پوست ارائه می‌گردد. برای تفکیک و فیلتر کردن نواحی پوست، پایگاه داده تصاویر پوست به عنوان خوشه‌ای که تمامی عناصر آن پوست می‌باشند در نظر گرفته می‌شود. خوشه به دست آمده دارای مرکز m و انحراف معیار σ می‌باشد که بر اساس این خوشه فیلتر رنگ پیشنهادی به صورت زیر بیان می‌شود.

در ابتدا مراکز خوشه‌ها را در مدل پوست با توجه به روابط (۱) و (۲) پیدا می‌کنیم.

$$\bar{C}_b = E \{ pixel C_b(i, j) \} = \frac{1}{n} \sum pixel C_b(i, j) \quad (1)$$

$$\bar{C}_r = E \{ pixel C_r(i, j) \} = \frac{1}{n} \sum pixel C_r(i, j) \quad (2)$$

سپس انحراف معیار از مراکز خوشه‌ها را به دست می‌آوریم.

۱- انحراف معیار پیکسل‌های مؤلفه C_b از مرکز خوشه آن در نمونه پوست:

۱-۲- فیلتر رنگ مدل گوسی جهت تعیین نقاط پوستی

برای تعیین نقاط پوستی از یک سری تصاویر شامل نواحی پوستی مربوط به انسان استفاده کرده و نواحی پوست از تصاویر استخراج می‌شود (شکل ۲). با اعمال فیلتر پایین گذر بر روی نمونه‌های پوستی، نویز کم شده و سپس هر تصویر پوستی به فضای $Y C_b C_r$ تبدیل می‌شود و در ادامه دو مؤلفه رنگ C_r و C_b استخراج می‌شوند.



شکل ۲- نمونه خوشه پوست جمع آوری شده (فرمت رنگی شکل در نسخه موجود در سایت مجله در دسترس است).

مقدار رنگ تخصیص داده شده به پیکسل، ضریب α را در رابطه (۷) به صورت زیر اضافه می‌کنیم.

$$O(i, j) = \left[\frac{(c_{bi} - \bar{c}_b)^2}{2(\alpha \sigma_{cb})^2} + \frac{(c_{ri} - \bar{c}_r)^2}{2(\alpha \sigma_{cr})^2} \right] \times 255 \quad (۸)$$

سپس هر تصویر ورودی مورد نظر پس از این که به فضای YC_bC_r تبدیل شد آن گاه برای هر پیکسل تصویر مورد نظر با رابطه بالا مقایسه می‌شود که در نهایت یک تصویر باینری خواهیم داشت که در آن مقدار باینری متناظر با هر پیکسل، احتمال اینکه آن پیکسل متعلق به نقاط پوستی باشد را بیان می‌کند. با اجرای این روش برای تصویر شکل ۳-الف، تصویر باینری نقاط پوستی با نمونه خوشه پوست شکل ۲ را در شکل ۳-ب خواهیم داشت.



(ب)

(الف)

شکل ۳-الف (تصویر اصلی، ب) تصویر باینری نقاط پوستی با نمونه خوشه پوست شکل ۲ با $\alpha = 0.3$

۲-۲- پردازش مورفولوژی

بخش بعدی بلوک دیاگرام آشکارسازی چهره اپراتورهای مورفولوژی می‌باشند که بعد از فیلترینگ مقدماتی که فیلترگوسی بر روی تصویر اولیه انجام داد، برای رفع برخی نقاط آشکارشده و همچنین به منظور منسجم سازی اشیاء پوست از آن بهره می‌برند. برای درک موضوع تصاویر شکل ۴ مورد بررسی قرار می‌گیرد.



(ج)

(ب)

(الف)

شکل ۴-الف (تصویر اصلی، ب) خروجی تصویر پس از اعمال فیلتر گوسی، ج) خروجی تصویر پس از اعمال اپراتور closing

$$\sigma_{c_b}(i, j) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (pixel \ c_b(i, j) - \bar{c}_b)^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (c_b - \bar{c}_b)^2} \quad (۳)$$

۲- انحراف معیار پیکسل‌های مؤلفه C_r از مرکز خوشه آن در نمونه پوست:

$$\sigma_{c_r}(i, j) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (pixel \ c_r(i, j) - \bar{c}_r)^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (c_r - \bar{c}_r)^2} \quad (۴)$$

در روابط ۱ تا ۴، c_r, c_b هر یک مقادیر پیکسل‌های C_r, C_b از تصویر آموزشی (نمونه پوست) می‌باشند.

سپس معیار تفکیک رنگ پوست نسبت به سایر رنگ‌ها را بر اساس نسبت فاصله هر یک از رنگ‌ها در نمونه تصویر مورد آزمایش به انحراف معیار هر یک از عناصر موجود در خوشه پوست به صورت زیر تعریف می‌گردد.

$$c_{b(cost)} = \frac{(c_{bi} - \bar{c}_b)^2}{(\sigma_{c_b})^2} \quad (۵)$$

$$c_{r(cost)} = \frac{(c_{ri} - \bar{c}_r)^2}{(\sigma_{c_r})^2} \quad (۶)$$

در روابط ۵ و ۶، c_{ri}, c_{bi} مقادیر پیکسل‌های C_r, C_b از تصویر ورودی (تصویر آزمایشی) تحت فیلتر که قبلاً به فضای YC_bC_r تبدیل شده‌اند، می‌باشند.

حال اگر با توجه به روابط (۵) و (۶) بخواهیم برای هر پیکسل از تصویر تحت فیلتر یک معیار برای آشکارسازی پوست در یک فضای یک بعدی ایجاد کنیم خواهیم داشت.

$$O(i, j) = \left[\frac{(c_{bi} - \bar{c}_b)^2}{2(\sigma_{c_b})^2} + \frac{(c_{ri} - \bar{c}_r)^2}{2(\sigma_{c_r})^2} \right] \times 255 \quad (۷)$$

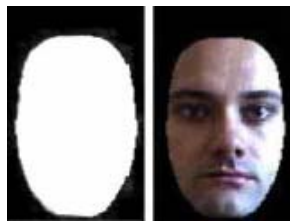
رابطه فوق برحسب نسبت بیان شده در روابط ۵ و ۶ مقداری را از مقدار رنگ ماکزیمم ۲۵۵ متناسب با فاصله پیکسل تا مرکز خوشه پوست را به آن پیکسل تخصیص می‌دهد. برای متوقف کردن معیار $O(i, j)$ به منظور کنترل انحراف معیار داده‌های خوشه پوست و در نهایت کنترل

۳- نواحی نزدیک به پوست
بنابراین برای آشکارسازی نهایی صورت، باید مرحله دوم و سوم حذف گردد. برای درک بهتر موضوع تصاویر شکل ۵ مورد بررسی قرار می‌گیرند.



شکل ۵- آشکارسازی نواحی مربوط به شبیه به پوست و اندام‌های بدن

برای این کار از روش تست تطبیق پذیری اشیائی آشکار شده با یک الگوی کلی از قالب صورت استفاده می‌کنیم و در نهایت اشیائی که میزان همبستگی^۱ لازم را نسبت به الگوی پیش فرض دارند، به عنوان صورت آشکار می‌گردند به طوری که در این روش یک قالب مناسب برای صورت در نظر گرفته می‌شود و آن گاه این قالب روی تصویر جابجا شده و در هر جایگاهی میزان انطباق این قالب با تصویر اندازه گیری می‌شود. میزان انطباق این دو توسط همبستگی آن‌ها به دست می‌آید [۵]. در صورتی که میزان انطباق از حدی بالاتر باشد آن ناحیه به عنوان صورت در نظر گرفته می‌شود. لازم به ذکر است که میزان انطباق با ضریب نسبیت^۲ قابل تنظیم می‌باشد. در این پیاده سازی کلیشه مورد نظر از الگوی موجود در پایگاه داده‌های ویژه‌ای استفاده شده است که به صورت شکل ۶ می‌باشد.



شکل ۶- قالب‌های نمونه

همان‌طور که از اصل تصویر مشخص است به خاطر عدم پیوستگی طیف رنگ آموزش داده شده به فیلتر، برخی نواحی پوست در خروجی فیلتر حضور نیافته‌اند که به خاطر آن نواحی آشکار شده غیر منسجم و نقطه‌ای می‌باشند و همچنین به خاطر استفاده از فیلتر میانه بعد از فیلترینگ اولیه سبب حذف نقاط آشکار شده دور از پوست می‌گردد. در نتیجه برای منسجم ساختن آن‌ها و حذف نقاط غیر ضروری از اپراتور نزدیک ساز بستن مورفولوژی استفاده شده که نتیجه آن در تصاویر فوق ذکر شده است. سپس بعد از به دست آوردن تصویر نقاط پوستی، فقط اطلاعاتی در مورد این که یک پیکسل متعلق به پوست محسوب می‌شود یا نه در دست است. حال باید مشخص کنیم که کدام یک از این نقاط متعلق به چهره می‌باشد. برای این منظور از الگوریتم برچسپ گذاری نواحی با اتصال ۸ تایی، تصویر باینری را به نواحی پوستی تقطیع نموده و سپس برای هر ناحیه پوستی به دست آمده مساحت آن را محاسبه کرده، که در صورت مشخص کردن این مقدار آن ناحیه پوستی به عنوان یک کاندید چهره در نظر گرفته می‌شود. لازم به ذکر است که مقدار مساحت قابل تنظیم می‌باشد.

۲-۳- انطباق قالب

همان‌طور که در شکل‌های ۱ تا ۴ مشخص است الگوریتم فوق کلیه نواحی پوست و مشابه پوست در تصویر را خوشه بندی می‌کند، بر این اساس سه نوع ناحیه از الگوریتم فوق حاصل می‌گردد که در زیر ذکر می‌گردد.

۱- نواحی پوست مربوط به صورت

۲- نواحی پوست مربوط به دست‌ها و پاها و به

طور کلی اندام‌های بدن

1- Correlation
2- Ratio Factor



شکل ۹- آشکارسازی چهره در تصاویر چند چهره

برای ارزیابی روش فوق از دو معیار خطای مثبت^۱ و خطای منفی^۲ استفاده می‌شود. خطای مثبت در مواقعی رخ می‌دهد که نواحی غیر چهره به عنوان چهره اعلام می‌شود و خطای منفی نیز در مواقعی که چهره در تصویر وجود دارد ولی توسط برنامه تشخیص داده نمی‌شود، رخ می‌دهد. در این روش برای مقایسه با مقاله [۸] از ۱۰۲ چهره استفاده شده است که نتایج ارزیابی را می‌توان در جدول ۱ مشاهده کرد. همان طور که مشاهده می‌شود در روش ارائه شده تعداد خطای مثبت و منفی کمتر مشاهده می‌شود. که پس از مشاهده این خطاها با توجه به قابلیت سیستم طراحی شده، می‌توان با تنظیم مقادیر α ، مساحت و ضریب نسبی به نتایج قابل قبولی رسید.

در ادامه پس از اعمال نویزهای مختلف مانند گوسی که با ضرایب متفاوت به تصویر دادیم نیز نتایج مطلوبی حاصل شد که منحنی‌های تغییرات خطای مثبت و منفی بر حسب دامنه نویز را بر روی بانک تصاویر تک چهره در شکل ۱۰ می‌توان دید.

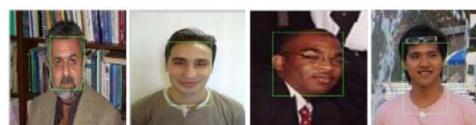
این روش‌ها با نرم‌افزار MATLAB R2006a پیاده سازی شده‌اند که برای دستیابی به سرعت بالاتر می‌توان این پیاده سازی‌ها را با C یا C++ انجام داد.

پس از اجرای الگوریتم فوق بر روی تصویر باینری شکل ۳- ب یک ناحیه‌ای که شامل چهره محسوب می‌شود، در خروجی با رسم یک مستطیل مشخص می‌گردد (شکل ۷).

شکل ۷- مختصات چهره از تصویر باینری شکل ۳- ب، $\alpha = 0.3$, $(Ratio\ Factor > 0.1, Area > 1700)$

۳- نتایج تجربی

در مقالات و نوشته‌های مربوط به روش‌های آشکارسازی چهره بر اساس رنگ پوست، بانک اطلاعاتی استاندارد مورد استفاده قرار نگرفته است. ارزیابی روش‌ها بر روی تصاویر مختلف صورت گرفته و در اکثر موارد طراحان خود به جمع آوری تصاویر مختلف پرداخته‌اند. برای ارزیابی روش مورد بحث از تصاویر قابل دسترسی مقالات دیگر و همچنین تعدادی از تصاویر که از اینترنت جمع آوری شده است، استفاده گردید. این تصاویر از لحاظ کیفیت، تنوع، شرایط نور پردازی و پیچیدگی زمینه متفاوت می‌باشند که نمونه‌ای از اجرای الگوریتم ارائه شده بر روی بانک تصاویر در شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده است. همچنین برای مدل کردن رنگ پوست انسان تعدادی از تصاویر نژادهای مختلف انسان جمع آوری و نواحی پوستی موجود در آن‌ها جدا شدند.



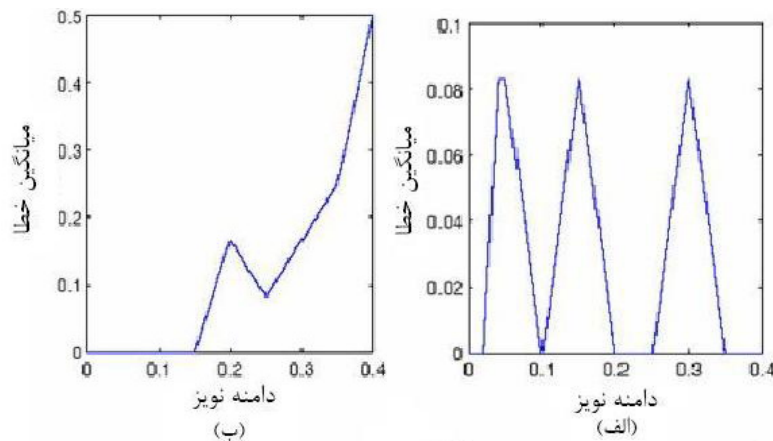
شکل ۸- آشکارسازی چهره در تصاویر تک چهره

$(\alpha = 0.3 \text{ و } A > 1700, R > 0.1)$

1- False Positive
2- False Negative

جدول ۱- نتیجه ارزیابی سه روش کشف چهره در مقاله [۸] با روش ارائه شده روی ۱۰۲ چهره

نام روش	تعداد خطای مثبت	تعداد خطای منفی	خطای مثبت	خطای منفی
کشف چهره با رنگ پوست و اطلاعات لبه [۸]	۴۱	۱۹	٪۴۰/۲۰	٪۱۸/۶۳
کشف چهره با رنگ پوست و تطبیق کلیشه [۸]	۱۲	۴۳	٪۱۱/۷۶	٪۴۲/۱۶
روش بهبود یافته [۸]	۸	۱۶	٪۷/۸۴	٪۱۵/۶۹
روش ارائه شده در این مقاله	۰	۱۲	٪۰	٪۱۱/۷۶



شکل ۱۰- منحنی تغییرات خطای مثبت (الف) و خطای منفی (ب) بر حسب دامنه نويز گوسی بر روی بانک تصاویر تک چهره

۴- نتیجه گیری

ناحیه مشخصی در فضای رنگ، یک ویژگی مناسب برای آشکارسازی چهره در تصاویر است. روش‌های آشکارسازی چهره مبتنی بر رنگ پوست، در کنار مزیت‌های آن از مشکلاتی هم برخوردار است، از جمله این که:

۱- زمانی که چهره‌های موجود در یک تصویر بسیار نزدیک همدیگر قرار دارند، ممکن است که چند ناحیه پوستی با هم ادغام شوند و چهره به درستی تشخیص داده نشود.

۲- نواحی غیرپوستی که رنگی شبیه پوست دارند، اشتبهاً به عنوان چهره تشخیص داده شوند.

مسئله آشکارسازی چهره به دلیل وجود تصاویر چهره بسیار متنوع، کار آسانی نیست و با توجه به فقدان یک مجموعه تصویر استاندارد برای این مسئله، روش‌های مختلف بر روی تصاویر تست دیگر ممکن است نتایج متفاوتی را نشان دهند. پس مناسب به نظر می‌رسد که با توجه به کاربرد مورد نظر، این روش‌ها طراحی و مورد استفاده قرار گیرند. رنگ پوست به دلیل سرعت پردازش بالا، حساس نبودن به تغییرات هندسی و اشغال کردن

بسیار امید بخش است و با کار بیشتر در این زمینه می‌توان به کارایی قابل قبول رسید.

ولی مشکلات فوق با ارائه روش پیاده سازی در این سیستم تا حدودی حل شد. در مجموع نتایج روش‌های آشکارسازی چهره بر اساس رنگ پوست،

مراجع:

1. Haddadnia, J. and Amintoosi, M., "Featured Selection in A Fuzzy Student Sectioning Algorithm", Lecture Note Ocn Computer Science, Accepted for publication, (2005).
2. Haddadnia, J. and Ahmadi, M., "N-Featured Neural Network Human Face Recognition", *Image Vision Computing*, (2004).
3. Yang, M.H., Kriegman, J., and Ahuja, N., "Detecting Faces in Images: A Survey" *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, No. 1, (2002).
4. Hjelmas, E. and Kee Low, B., "Face Detection: A Survey" *Computer Vision and Image Understanding*, 83, 236-274, (2001).
5. Haddadnia, J. and Faez, K., "Human Face Recognition with Multiresolution Template Matching and Pseudo Zernike Moments", First Iranian Conference on Machine Vision, Image Processing & Applications (MVIP), Birjand, Iran, PP. 87-93, March 7-9, (2001).
6. Sandeep, K., and Rajagopalan, A.N., "Human Face Detection in Cluttered Color Images Using Skin Color and Edge Information," Indian Institute of Technology, (2002).
7. Vezhnevets, V., Sazonov, V. and Andreeva, A., "A Survey on Pixel-Based Skin Color Detection Techniques" *Proc. Graphicon*, (2003).
۸. شهابی نژاد، ف. و صفابخش، ر.، " کشف چهره در تصاویر رنگی با استفاده از ویژگی رنگ پوست"، سومین کنفرانس ماشین بینایی و پردازش تصویر ایران، تهران، بهمن، (۱۳۸۳).