

طراحی یک سیستم کارآمد تشخیص هویت براساس آنالیز تصاویر عنبیه چشم با استفاده از تبدیل موجک سیملت ۲

علی عاشوری، محمد علی دوستاری و حامد ساجدی

دانشگاه شاهد، دانشکده فنی مهندسی

E-mail: ashouri@shahed.ac.ir , doostari@shahed.ac.ir , sadjedi@shahed.ac.ir

چکیده - در این مقاله روش جدیدی برای استخراج ویژگی از تصویر عنبیه با استفاده از تبدیل موجک سیملت نوع ۲، برای طراحی سیستمهای تعیین هویت ارائه شده است. در ابتدا، بررسی روی دقت سه سطح از ضرایب تبدیل موجک (CV-CH-CD) ، صورت گرفته است. در مرحله بهبود کیفیت، روش کلاسیک فیلتر وینر و یک روش جدید که ترکیبی از تعدیل کنتراست (adjust) و فیلتر میانگین است، استفاده می شوند. نتایج به دست آمده نشان می دهد که بردار ویژگی شامل مجموع دو سطح CV و CH با اعمال تعدیل کنتراست و فیلتر میانگین در مرحله بهبود کیفیت، دارای بیشترین دقت می باشد. برای مقایسه نهایی، بردار ویژگی تصویر ورودی با بردار ویژگی تک تک تصاویر موجود در پایگاه داده مقایسه شده و از روی میزان شباهت دو کد، تشخیص هویت صورت می گیرد. نتایج بدست آمده بیان کننده کارایی الگوریتم می باشد.

کلید واژه: عنبیه-تبدیل موجک-سیملت ۲

۱-مقدمه

با افزایش نیازهای امنیتی، زیست سنجی (بیومتریک) به عنوان یک راه حل برای تعیین هویت افراد به کار می رود، این مفهوم بر پایه ویژگیهای ساختاری و رفتاری بنا نهاده شده است. از جمله ویژگیهای ساختاری می توان به اثر انگشت، چهره، عنبیه و... اشاره کرد، که ویژگی الگوهای استخراج شده از آنها منحصر بفرد بوده و در برابر تغییر زمان، نسبت به ویژگیهای رفتاری مانند امضاء، دستخط و ... که با زمان تغییر و قابل تقلید می باشند، پایدارتر می باشند. از بین این ویژگی ها، خصوصیات مربوط به الگوی عنبیه قابلیتهای بسیار خوبی از خود نشان داده اند. عنبیه بخش رنگی و قابل رویت چشم است، که در پشت پلکها و جلوی عدسی قرار دارد. شکل گیری عنبیه از سومین ماه جنینی آغاز و تا هشت ماهگی ادامه می یابد. شکل گیری ساختار منحصر بفرد عنبیه به صورت تصادفی رخ می دهد

و به عوامل ژنتیکی بستگی ندارد و فقط رنگدانه های عنبیه به عوامل ژنتیکی بستگی دارند و در طول زمان تغییر می کنند، که همین امر عنبیه را به عنوان یک عنصر مهم در سیستمهای تعیین هویت تبدیل کرده است. برای دستیابی به نتایج قابل قبول در سیستمهای تعیین هویت، باید الگوریتمی که بیشترین اطلاعات را از الگوی عنبیه استخراج می کند، بکار برده شود [۵ و ۱]. داگمن تبدیل ویولت گابور را برای استخراج ویژگی عنبیه بکار برد و از اطلاعات فاز بافت استفاده کرد، سپس با تعیین اینکه خروجی فاز تبدیل گابور در کدام قسمت از محور مختصات است، به هر پیکسل یک دو بیتی اختصاص داد و یک کد ۲۵۶ بیتی تولید کرد [۱۲ و ۱]. بولز و بوشاش از نقاط عبور از صفر تبدیل ویولت یک بعدی در سطوح مختلف بر روی دایره های هم مرکز عنبیه و به مرکزیت مردمک، استفاده کردند [۱۲ و ۲]. وایلدز هرم لاپلاسی با

چهار سطح رزولوشن متفاوت را به کار برد و از همبستگی نرمالیزه شده برای مقایسه بین تصویر ورودی و تصویر دیتا بیس استفاده کرد [۸و۱]. لی ما از تبدیل ویولت هار (Haar) دو بعدی در ۴ مرحله تجزیه استفاده کرد. اطلاعات فرکانس بالای چهارمین سطح را به صورت یک کد ۸۷ بیتی تبدیل و از یک شبکه LVQ برای طبقه بندی استفاده کرد [۱۲و۱۳]. تن و همکارانش از فیلترهای گابور چند کاناله برای استخراج ویژگی استفاده کردند [۱۴]. در ادامه در فصل ۲ مراحل پردازش تصویر که شامل دریافت تصاویر، جداسازی عنبیه، نرمال سازی و بهبود کیفیت شرح داده خواهد شد. در فصل ۳ روی موجک سیملت ۲ و مکانیزم استخراج ویژگی، بحث خواهد شد. در فصل ۴، روی نتایج روش های پیشنهادی در دو قسمت بهبود کیفیت و استخراج ویژگی، بررسی و در انتها در فصل ۵، نتیجه گیری صورت خواهد گرفت.

۲- پردازش تصویر

مرحله پردازش تصویر شامل دریافت تصاویر، جداسازی عنبیه، نرمال سازی و بهبود کیفیت می باشد.

۲-۱- دریافت تصاویر

دریافت تصاویر، یکی از مراحل اساسی در سیستمهای تشخیص هویت عنبیه می باشد. تصاویر دریافتی فاکتور تعیین کننده ای در کاهش خطا در سیستمهای تعیین هویت هستند. در این صورت تصاویر دریافتی نیاز به پیش پردازش نخواهد داشت و باعث بالا رفتن دقت سیستم خواهد شد. در این مقاله از تصاویر دیتابیس CASIA1 استفاده شده است. این تصاویر برای تست نرم افزار تشخیص هویت از روی عنبیه تهیه شده است، که از امواج مادون قرمز برای روشن کردن تصویر استفاده می نماید، این امواج باعث حذف انعکاسات در تصویر چشم می شود و بدین ترتیب محاسبات مربوط به حذف نواحی عنبیه شامل انعکاسات، دیگر مورد نیاز نمی باشد [۱۳].

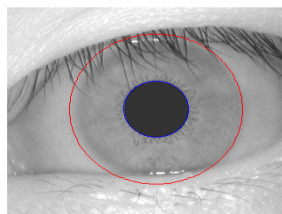
۲-۲- جداسازی عنبیه

عنبیه بین مردمک و صلبیه قرار گرفته و با توجه به اینکه اطلاعات منحصر بفرد مربوط به بافت عنبیه می باشد، باید در مرحله اول مرزهای داخلی و خارجی عنبیه

مشخص گردد. در این مرحله، از الگوریتم Ma [۳ و ۶] با کمی تغییرات سود جسته ایم. ابتدا برای به دست آوردن مرکز و شعاع مردمک و با توجه به اینکه مردمک از بقیه نواحی تاریکتر است، تصویر را باینری کرده و مقدار آستانه را ۷۰ قرار دادیم، این مقدار آستانه از روی منحنی هیستوگرام و با آزمایش و خطا بدست آمده است. با توجه به اینکه با این مقدار آستانه ممکن است بعضی از عوامل مزاحم به تصویر باینری اضافه شوند، که از عملگر مورفولوژی (Morphology) بستن (closing) برای حذف آنها استفاده می شود. مرکز مردمک از رابطه زیر بدست می آید.

$$\begin{aligned} pupil_x &= (\min(x) + \max(x)) / 2 \\ pupil_y &= (\min(y) + \max(y)) / 2 \end{aligned} \quad (1)$$

سپس با استفاده از لبه یاب *canny* می توان لبه های تصویر، که شامل دایره خارجی عنبیه می شود، را استخراج کرد و با تبدیل هاف مرز عنبیه با صلبیه را به دست آورد. با توجه به اینکه الگوریتم هاف زمان بر است و اینکه مرکز عنبیه و مردمک فاصله زیادی با هم ندارند ما ناحیه جستجوی مرکز عنبیه را با توجه به مرکز مردمک محدود کردیم. شکل (۱) نمونه ای از عنبیه و دوایر داخلی و خارجی عنبیه را، نمایش می دهد.



شکل ۱: نمونه ای از عنبیه، با نمایش دوایر داخلی و خارجی عنبیه

۲-۳- نرمال سازی

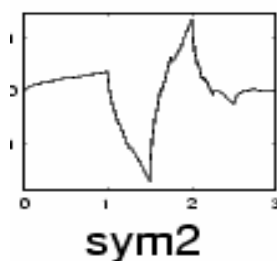
بعد از مرحله جداسازی عنبیه از بقیه قسمتها و پیدا کردن دوایر داخلی و خارجی آن، مرحله نرمال سازی صورت می گیرد. برخی از عوامل باعث ایجاد تغییرات در عنبیه شده که باعث اختلال در تطابق بین عنبیه ها می شود. برای

۲-۴- بهبود کیفیت تصاویر

با توجه به اینکه عمل شناسایی با استفاده از الگوهای موجود در بافت عنبیه انجام می‌شود، تصویر گرفته شده باید از نظر کنتراست دارای کیفیت مطلوبی باشد. با توجه به شرایط تصویربرداری و محل قرار گرفتن منبع نور، ممکن است که نور محیط بطور یکنواخت در تمامی سطح عنبیه پخش نشده باشد. لذا دو روش را برای بهبود کیفیت تصویر استفاده نموده ایم. در روش اول از فیلتر وینر دو بعدی برای بهبود کیفیت استفاده می‌شود، این فیلتر باعث حذف نویزهای فرکانس بالا در تصویر عنبیه نرمال شده خواهد شد [۱۵]. در روش دوم از ترکیب فیلتر میانگین و تعدیل کنتراست (adjust) استفاده شده است.

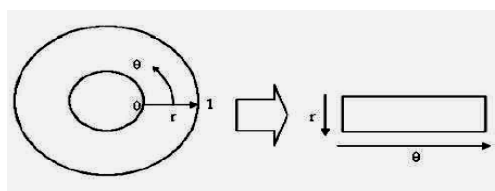
۳- استخراج ویژگی

یکی از مسائل مهم در سرعت سیستمهای تشخیص هویت، ابعاد بردار ویژگی استخراج شده از هر عنبیه می‌باشد. با توجه به اینکه تصویر عنبیه بزرگ می‌باشد، باید الگوریتمی برای کاهش ابعاد بردار ویژگی عنبیه اعمال کرد. که اطلاعات محلی و عمومی عنبیه را از بین نبرد. همچنین، الگوریتمهایی از جمله گابور و تبدیل موجک برای استخراج بردار ویژگی عنبیه استفاده می‌شود. در اینجا از روش جدید تبدیل موجک سیملت برای کاهش طول بردار ویژگی و استخراج بردار ویژگی استفاده شده است. برای استخراج بردار ویژگی، ۳ بار این تبدیل موجک اعمال می‌شود. شکل سیملت ۲ به عنوان پایه موجک مادر و مراحل تجزیه، در شکل (۴) و (۵) نمایش داده شده است. مقصود از L، فیلتر پایین گذر و مقصود از H، فیلتر بالا گذر می‌باشد. در این اشکال نمایش خروجی



شکل ۴: موجک سیملت ۲

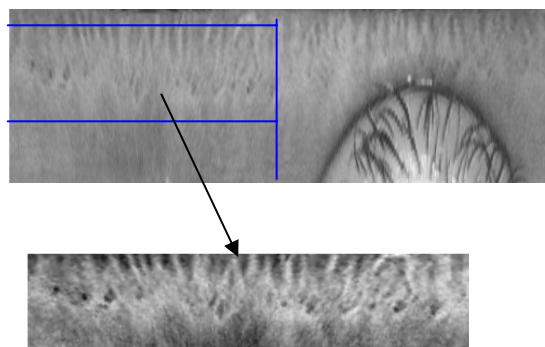
جلوگیری از تأثیر این عوامل عنبیه را نرمال می‌نماییم، که از جمله این عوامل می‌توان به فاصله دوربین با چشم، تغییرات اندازه مردمک در برابر تغییر نور محیط، چرخش سر و ... اشاره کرد. در مرحله نرمال سازی، عنبیه به یک ناحیه مستطیلی با ابعاد ثابت و یکسان تبدیل می‌شود. در این مرحله از مدل نوار کشی (rubber sheet) داگمن بهره جسته ایم، که هر نقطه از عنبیه را به نقطه ای در مختصات قطبی (r, θ) انتقال می‌دهد. در شکل (۲)، تبدیل عنبیه به نوار نرمالیزه شده نمایش داده شده است.



شکل ۲: تبدیل عنبیه به نوار نرمالیزه شده

$$\begin{aligned} x(r, \theta) &= rx_i(\theta) + (1-r)x_p(\theta) \\ y(r, \theta) &= ry_i(\theta) + (1-r)y_p(\theta) \\ I(x(r, \theta), y(r, \theta)) &= I(r, \theta) \end{aligned} \quad (2)$$

که در آن (x_i, y_i) و (x_p, y_p) مختصات یک جفت نقطه روی مرز مردمک و مرز خارجی عنبیه هستند که در یک راستای شعاعی نسبت به مرکز مردمک قرار دارند. در این مقاله، از نیمه پایینی عنبیه که احتمال حضور پلکها در آن کمتر است استفاده شده است و سایز تمام نوارهای مستطیلی برابر $(512, 120)$ در صفحه مختصات (r, θ) می‌باشد. در شکل (۳) نمونه ای از عنبیه نرمال شده و قسمتی از آن، که در مرحله کدینگ مورد استفاده قرار می‌گیرد، نشان داده شده است.



شکل (۳): عنبیه نرمال شده و نمایش قسمتی از آن که در مرحله کد کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

گرفته می شود. در این الگوریتم، حرکت عنبیه در دو راستا، باید قبل از کد کردن صورت گیرد.



(الف)



(ب)



(پ)



(ت)

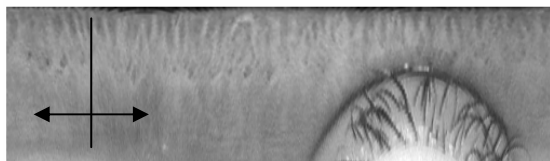


(ج)



(چ)

شکل (۶): تصاویر عنبیه نرمال شده بعد از اعمال تبدیل موجک
 الف) سطح CH ب) سطح CV پ) سطح CD. تصویر باینری شده
 سه سطح از خروجی تبدیل سیملت (ت) تصویر باینری شده سطح CH
 ج) تصویر باینری شده سطح CV چ) تصویر باینری شده سطح CD



۱۵ -۱۵

شکل (۷): حرکت عنبیه در دو راستای چپ و راست

LL ₃	LH ₃	LH ₂	LH ₁
HL ₃	HH ₃		
HL ₂		HH ₂	
HL ₁			HH ₁

شکل ۵: مراحل اعمال تبدیل موجک سیملت تصویر عنبیه

تبدیل موجک به صورت LH، اعمال فیلتر پایین گذر در راستای افقی و فیلتر بالا گذر در راستای عمودی می باشد که ما از ضرایب سه سطح خروجی LH3(CH)، LH3(CV) و LH3(CD) برای بررسی استفاده کرده ایم. پس از بهبود کیفیت تصویر عنبیه نرمال شده، سه بار تبدیل موجک سیملت اعمال می شود. سه سطح خروجی از تبدیل موجک CD، CV و CH را باینری نموده، بطوریکه برای هر پیکسل، اگر مقدار آن بعد از ۳ بار تبدیل موجک، بزرگتر از صفر باشد، مقدار یک و اگر کوچکتر از صفر باشد، مقدار صفر جایگزین می گردد. شکل (۶) سه سطح خروجی CD، CV و CH بعد از سه بار اعمال تبدیل موجک و تصاویر باینری این سه سطح را نشان می دهد. برای مقایسه کدهای مربوط به دو عنبیه از فاصله همینگ استفاده می گردد.

$$H_i = \begin{cases} 1 & \text{if } X = Y \\ 0 & \text{if } X \neq Y \end{cases} \quad (3)$$

$$Dist = (\sum_i H_i)$$

یکی از مسائل مهم در این سیستمهای تشخیص هویت بر اساس الگوی عنبیه، مقاوم بودن نسبت به چرخش سر است. برای حل این مشکل، بردارهای بدست آمده را در دو جهت چپ و راست به اندازه ۱۵ درجه (شکل ۷) حرکت داده و سپس با تصاویر موجود در پایگاه داده مقایسه می شود، کمترین فاصله به عنوان فاصله دو تصویر در نظر

۴- نتایج

فیلتر وینر استفاده شده است. در روش دوم، ابتدا از فیلتر میانگین و سپس، ۱ درصد از کمترین و ۱ درصد از بیشترین شدت روشنایی، برای تعدیل کنتراست تصویر، حذف شده است. مقادیر FAR و FFR هر مرحله به ازاء مقادیر آستانه مختلف در جدول ۳،۲ و ۴ آورده شده است.

جدول شماره ۲: نتایج مرحله دوم (بدون بهبود کیفیت تصویر عنبیه)

آستانه	FRR(%)	FAR(%)
۰,۴۲	۹,۲	۰,۲۸
۰,۴۱۵	۱۱,۸	۰,۱۳
۰,۴۱	۱۲,۲	۰,۰۶
۰,۴۰۵	۱۳,۸	۰,۰۲

جدول شماره ۳: نتایج مرحله دوم (بهبود کیفیت تصویر عنبیه با فیلتر وینر)

آستانه	FRR(%)	FAR(%)
۰,۳۸	۹	۰,۲
۰,۳۷۵	۷,۲	۰,۵۴
۰,۳۷	۶,۲	۱,۱
۰,۳۶۵	۵,۴	۲,۳

جدول شماره ۴: نتایج مرحله سوم (بهبود کیفیت با فیلتر وینر و میانگین)

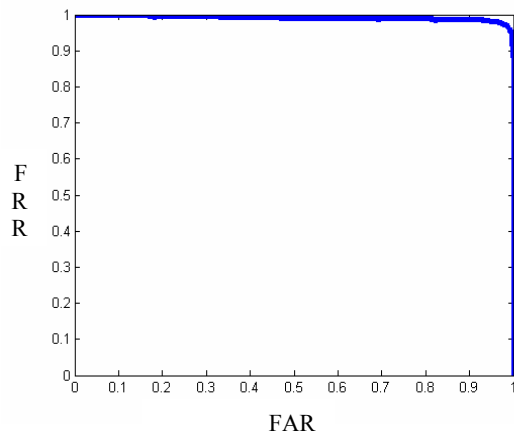
آستانه	FRR(%)	FAR(%)
۰,۳۷۵	۱,۵	۰,۶
۰,۳۷	۲,۴	۰,۳۱
۰,۳۶۵	۳,۳	۰,۲
۰,۳۶	۴,۸	۰,۱۲

همانطور که در بخش ۲-۱ گفته شد، ما از دیتا بیس CASIA استفاده کردیم، که شامل ۷۵۶ تصویر از ۱۰۸ نفر است. از هر ۱۰۸ نفر ۷ تصویر وجود دارد. ۳ تصویر اول از هر کلاس به عنوان تصاویر آموزش و ۴ تصویر دوم به عنوان تصاویر تست می باشند. معمولا عملکرد یک سیستم بیومتریک را به وسیله میزان خطای ناشی از رد کردن اشتباه (FFR) و پذیرفتن به اشتباه (FAR) می سنجند. ما در هر مرحله با توجه به توزیع فواصل برون کلاسی (عنبنیه های مربوط به دو کلاس مختلف) و درون کلاسی (عنبنیه های مربوط به یک کلاس) میزان خطاها را برای حالات مختلف، بررسی نموده ایم. نتایج این مقاله در سه مرحله بررسی شده است. مرحله اول: بررسی دقت سه سطح، CD، CV و CH بعد از سه بار اعمال تبدیل موجک، می باشد. مقادیر خطاها FAR و FFR در هر مرحله، به ازاء مقادیر آستانه مختلف در جدول ۱ آورده شده است. همانطور که این جدول نشان می دهد، نتایج مربوط به سطوح CV و CH نسبت به سطح CD خطای کمتری دارد. به همین خاطر، خروجی این دو سطح به عنوان کد عنبنیه در نظر گرفته می شود. بررسی این مرحله با فیلتر وینر در مرحله بهبود کیفیت صورت گرفته است.

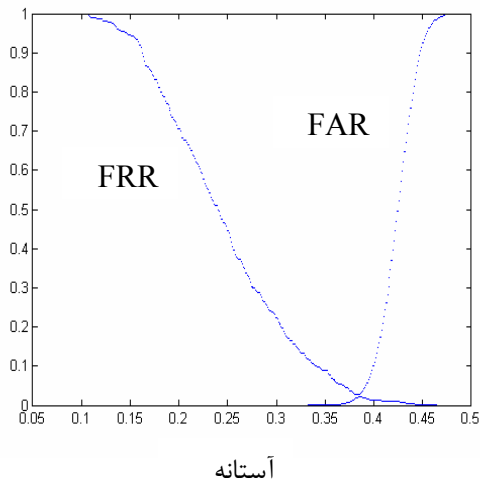
جدول شماره ۱: نتایج مرحله اول

Thresh	CD	CD	CH	CH	CV	CV
	FRR (%)	FAR (%)	FAR (%)	FRR (%)	FAR (%)	FRR (%)
۰,۳۹	۳۴	۰,۱۲	۵,۱	۲۲	۱۱,۳	۰,۰۸
۰,۳۸۵	۳۸	۰,۰۶	۵,۶	۱۶	۱۲,۲	۰,۰۵
۰,۳۸	۴۰	۰,۰۳	۶,۳	۱۲	۱۳	۰,۰۲
۰,۳۷۵	۴۲	۰,۰۱	۶,۸	۷	۱۴,۱	۰,۰۱

مرحله دوم: در این مرحله، بررسی دقت الگوریتمهای بکار رفته در مرحله بهبود کیفیت تصاویر می باشد. ما از دو روش برای این مرحله استفاده نموده ایم. در روش اول از



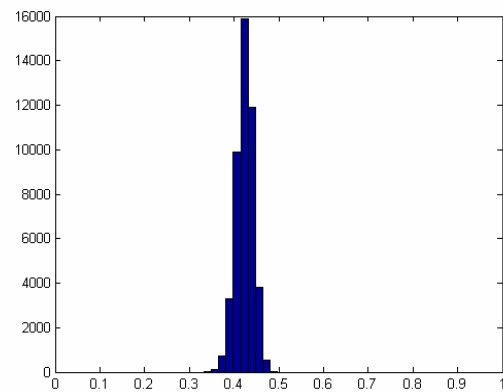
شکل ۱۰: نمودار نرخ خطای FRR بر حسب FAR



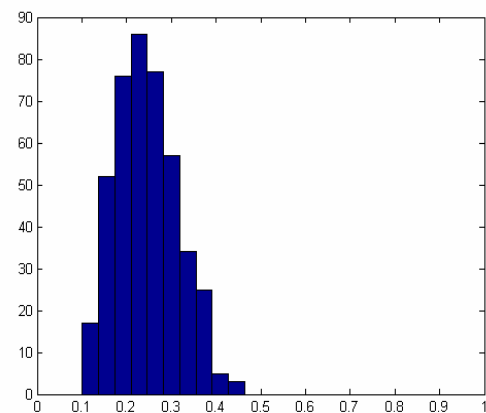
شکل ۱۱: نمودار نرخ خطای FRR و FAR بر حسب مقادیر آستانه مختلف (منحنی ROC)

با توجه به اینکه این الگوریتم در مرحله جداسازی نیز دارای خطا می باشد، می توان با اصلاح این مرحله، درصد موفقیت را بالا برد، بطوریکه توزیع فواصل درون کلاسی و برون کلاسی کاملاً از هم جدا شوند. در شکل ۱۲ نمونه ای از تصاویر عنبیه که مرزهای عنبیه به درستی تشخیص داده نشده، نشان داده شده است. مرحله سوم: با توجه به بررسی های صورت گرفته در مراحل ۱ و ۲، نتایج حاصل از کد عنبیه ای شامل دو سطح CV و CH و بکار بردن مرحله بهبود کیفیت با استفاده از ترکیب تعدیل کنتراست و فیلتر میانگین، دارای کمترین خطا می باشد. در این مرحله، بررسی میزان دقت این الگوریتم، با اضافه کردن

همانطور که در این جداول مشاهده می شود، الگوریتم حاصل از کد عنبیه شامل دو سطح CV و CH که در مرحله بهبود کیفیت از تعدیل کنتراست و فیلتر میانگین استفاده شده، دارای نتایج بهتری می باشد. در شکل ۸ و ۹ توزیع فواصل درون کلاسی و برون کلاسی مربوط به این بردار ویژگی نشان داده شده است.

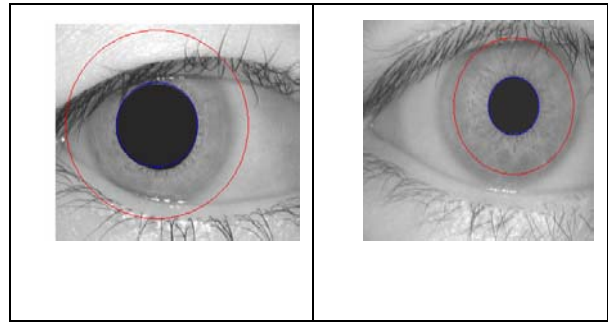


شکل ۸: توزیع فواصل تصویر هر فرد با تصاویر مربوط به افراد در کلاس های مختلف از پایگاه داده (فواصل برون کلاسی)



شکل ۹: توزیع فاصله هر تصویر را با سایر تصاویر متعلق به همان فرد (فواصل درون کلاسی)

در شکل ۱۰ نمودار خطای FRR بر حسب FAR رسم شده است. در شکل ۱۱ نمودار نرخ خطای FRR و FAR بر حسب مقادیر آستانه مختلف رسم شده است و می توان به کمک آن حد آستانه مناسب را برای جدا کردن نواحی مربوط به فواصل درون کلاسی و برون کلاسی انتخاب کرد. با انتخاب محل برخورد دو نمودار به عنوان نقطه جداسازی می توان میزان هر دو نوع خطا را کمینه کرد.



شکل (۱۲): نمونه ای از عنبیه هایی که مرز عنبیه به درستی تشخیص داده نشده است.

ویژگی و استخراج کد عنبیه از تبدیل موجک سیملت ۲ استفاده شد. برای افزایش سرعت الگوریتم، تنها از ناحیه پایینی عنبیه و نزدیک مرز با مردمک که احتمال حضور پلکها در آن کمتر است، را برای استخراج ویژگی استفاده می شود. با سه بار اعمال سیملت بر روی عنبیه و باینری کردن بردار ویژگی، از فاصله همینگ برای مقایسه استفاده می گردد. بررسی روی میزان دقت سه سطح از ضرایب تبدیل موجک (CV-CH-CD)، صورت گرفت، که نتایج حاصل از کد عنبیه شامل دو سطح CV و CH دارای کمترین خطا می باشد. در مرحله بهبود کیفیت دو روش استفاده شده است. روش اول از فیلتر وینر و در روش دوم، ابتدا از فیلتر میانگین و سپس از تبدیل کنتراست تصویر، استفاده شده است، که روش دوم نتایج بهتری در برداشته است. با توجه به بررسی های صورت گرفته، بردار ویژگی نهایی، شامل دو سطح CV و CH با ترکیب اعمال تبدیل کنتراست و فیلتر میانگین در مرحله بهبود کیفیت، در نظر گرفته شد. بردار ویژگی تصویر ورودی با بردار ویژگی تک تک تصاویر موجود در پایگاه داده مقایسه شد و از روی میزان شباهت دو کد عمل تشخیص هویت صورت گرفت. در پایان دقت الگوریتم را زمانیکه نویز فلفل-نمکی به آن اضافه شده، بررسی نموده ایم.

سپاسگذاری

در اینجا از مساعدتهای بی دریغ شرکت علوم سبز در حمایت از این پروژه و راهنمایی و جهت دهی کاربردی به این پژوهش، قدردانی و سپاسگذاری صمیمانه به عمل می آید.

مراجع

- [1] J. Daugman, "Statistical richness of visual phase information: update on recognizing persons by iris patterns," Int'l J. Computer Vision, vol. 45, no. 1, pp. 25-38, 2001.
- [2] Masek, "Recognition of Human Iris patterns for Biometric Identification" Thesis for the Bachelor of Engineering degree of the School of Computer Science and Software Engineering, The University of Western Australia 2003.
- [3] L. Ma, T. Tan, Y. Wang and D. Zhang, "Efficient iris recognition by characterizing key local variations," IEEE Trans. Image Processing, vol. 13, no. 6, June 2004.
- [4] J. Daugman, "Uncertainty relation for resolution in space, spatial frequency and orientation optimized by two-dimensional visual cortical filters." Opt. Soc. Amer. A, Vol2, pp. 1160-1169, 1985

نویز فلفل-نمکی (Pepper-Salt) به تصاویر صورت گرفته و نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است. از آنجائیکه نتایج حاصل از این تبدیل موجک که از الگوریتمهای بسیار جدید استخراج ویژگی عنبیه است، رضایت بخش بوده است، بنظر می رسد که می توان از تلفیق این الگوریتم با الگوریتمهایی مانند گابور و گابور لگاریتمی برای استخراج ویژگی استفاده نمود. لذا این پژوهش، در راستای نظریه فوق الذکر ادامه دارد.

جدول شماره ۵: نتایج مرحله سوم

آستانه	FRR noise 0.01 %	FAR noise 0.01 %	FRR noise 0.03 %	FAR noise 0.03 %	FRR noise 0.05 %	FAR Noise 0.05 %
۰.۴	۶,۷	۲,۷	۳,۷	۶,۷	۲,۸	۱۰,۸
۰.۳۹۵	۴,۲۲	۲,۷	۲,۱	۸,۸	۱,۶	۱۳,۴
۰.۳۹	۲,۵۱	۳,۰۱	۱,۲	۸,۵	۰,۸	۱۵,۷
۰.۳۸۵	۱,۴۴	۳,۷	۰,۶	۱۰,۹	۰,۴۷	۱۹,۱
۰.۳۸	۰,۸۱	۵,۳	۰,۳۷	۱۳,۴	۰,۲۲	۲۳
۰.۳۷۵	۰,۳۶	۶,۴	۰,۱۳	۱۴	۰,۰۹	۲۵

۵- نتیجه گیری

در این مقاله، روشی جدید با راندمان بالا برای استخراج بردار ویژگی از الگوی عنبیه در سیستمهای تشخیص و تأیید هویت ارائه شده است. برای کاهش طول بردار

- [5] L. Ma, "Personal identification based on iris recognition," Ph.D dissertation, Inst. Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, June 2003.
- [6] S. Lim et al., "Efficient iris recognition through improvement of feature vector and classifier", ETRI J., Vol 23, pp. 61-70, 2001
- [7] S. E. Grigorescu, N. Petkov, and P. Kruizinga, "Comparison of texture features based on Gabor filters", IEEE Transactions on image processing, vol.11, No. 10, October, 2002
- [8] W. Boles, B. Boashash. "A human identification technique using images of the iris and wavelet transform". IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 46, No. 4, 1998.
- [9] Tisse et al., "Person Identification technique using human iris recognition", Proc.15th int. Conf. on Pattern Recognition, Calgary, Canada, 2002.
- [10] Y. Zhu. T. Tan and Y. Wane. "Biometric personal identification based on iris patterns", Proc. 15th Int. Conf. on Pattern Recognition, Barcelona, Spain, 2000
- [11] R.P. Wildes, "Iris recognition: An emerging biometric technology," Proceedings of the IEEE, vol.85, pp.1348-1363, Sept. 1997.
- [12] J.Daugman, "Biometric personal identification system based on iris analysis.". US. Patent No. 5291.560 issued March I. 1994
- [13] CASIA (Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences) <http://www.sinobiometrics.com>
- [14] Z Sun, Y Wang, T Tan, J Cui, "Improving Iris Recognition Accuracy Via Cascaded Classifiers", IEEE Transaction on System, Man, and, VOL. 35, NO. 3, August 2005
- [15] A. Poursaberi and B. N. Araabi " A Half-Eye Wavelet Based Method for Iris Recognition" roceedings of the 2005 5th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA'05)wroclaws Poland,2005
- 1. H Sung, J Lim, J Park, Y Lee, " Iris recognition Using Collarete Boundary Localization", 17th International Conference on Pattern Recognition,IEEE 2004