



تأسیس ۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
دانشکده مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی (بیوالکترونیک)

عنوان

بهبود ویژگیها و دسته‌بندی کننده به منظور افزایش کارایی تشخیص هویت بر مبنای تصاویر شبکه

نگارش

امین دهقانی

استاد راهنما

دکتر حمید ابریشمی مقدم

استاد مشاور

دکتر محمد-شهرام معین

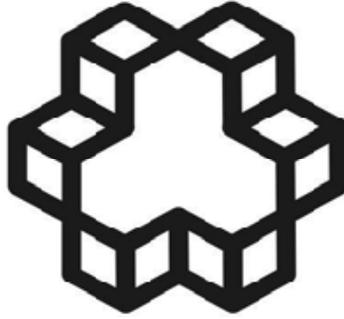
زمستان ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

که درس زندگی و محبت را به من آموختند.



تأسیس ۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی

دانشکده مهندسی برق

هیئت داوران پس از مطالعه پایان‌نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان‌نامه تهیه شده تحت عنوان " بهبود ویژگیها و دسته‌بندی کننده به منظور افزایش کارایی تشخیص هویت بر مبنای تصاویر شبکیه " توسط آقای امین دهقانی صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق گرایش بیوالکتریک با رتبه مورد تایید قرار می‌دهند.

استاد راهنما: آقای دکتر حمید ابریشمی مقدم

امضاء

استاد مشاور: آقای دکتر محمد شهرام معین

امضاء

ممتحن خارجی: آقای دکتر عمادالدین فاطمی‌زاده

امضاء

ممتحن داخلی: آقای دکتر محمد تشنه‌لب

امضاء

اظهار نامه دانشجو

موضوع پایان نامه: بهبود ویژگیها و دسته‌بندی کننده به منظور افزایش کارایی تشخیص هویت بر مبنای تصاویر شبکه

استاد راهنما: آقای دکتر حمید ابریشمی مقدم

نام دانشجو: امین دهقانی

شماره دانشجویی: ۸۷۰۰۵۹۴

اینجانب امین دهقانی فارغ‌التحصیل دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق گرایش بیوالکترونیک دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان نامه توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تایید می‌باشد و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. به علاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک و امتیازی توسط اینجانب و یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه فرمت مصوب دانشگاه را به طور کامل رعایت نموده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

فرم حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱) حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن می باشد. هر گونه کپی برداری به صورت کل پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می باشد. ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲) کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نمی باشد. همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

با سپاس فراوان از

استاد ارجمند جناب آقای دکتر حمید ابریشمی مقدم که با راهنمایی‌های ارزنده خود من را در انجام این پروژه یاری کردند.

با سپاس فراوان از

استاد ارجمند جناب آقای دکتر محمد-شهرام معین که با راهنمایی‌های ارزنده خود من را در انجام این پروژه یاری کردند.

و با تشکر از دوست عزیزم

هادی فرزین، که با ارائه راهنمایی‌های ارزشمند، صمیمانه در انجام این پروژه من را یاری نمود.

این پایان نامه توسط مرکز تحقیقات مخابرات ایران با قرارداد شماره T-500-4789 مورد حمایت قرار گرفته است که بدین ترتیب مراتب تشکر خود را اعلام می‌داریم.

چکیده

در این پایان‌نامه، روشهایی سریع و در عین حال موثر برای تعیین مرکز دیسک نوری در تصاویر شبکه‌ی و نیز شناسایی هویت بر اساس ویژگیهای استخراج شده از تصاویر شبکه‌ی ارائه شده است. برای مکان‌یابی دیسک نوری الگوریتم‌های متنوعی تاکنون ارائه شده است ولی در اکثر آنها با مشکلاتی نظیر زمان اجرای زیاد به دلیل انجام عملیات پیش‌پردازش (بخش بندی و جداسازی رگها) و ناکارآمدی آنها در صورت وجود بیماری (لکه‌های پاتولوژیکی) در شبکه‌ی چشم روبرو هستیم، بنابراین دو الگوریتم جدید بر اساس شباهت هیستوگرام تصاویر انتخابی بعنوان الگو و نیز تعیین گوشه‌های حاصل از برخورد رگها با استفاده از الگوریتم-های گوشه‌یابی مختلف ارائه شده است. هریک از دو الگوریتم ارائه شده دارای دقتی برابر با ۹۷/۵٪ برای تعیین مرکز دیسک نوری تصاویر پایگاه داده DRIVE می‌باشند.

در ادامه دو الگوریتم مختلف جهت شناسایی هویت با استفاده از تصاویر شبکه‌ی ارائه شده است. پیش از استخراج ویژگی از تصاویر شبکه‌ی لازم است که اثر چرخش سر نسبت به دوربین، عدم تنظیم بودن دوربین و ... جبران شود. برای این منظور معمولاً تخریب به صورت چرخش حول مرکز دیسک نوری و یا مرکز تصویر مدل می‌شود. در این پایان‌نامه تخریب بصورت چرخش حول مرکز تصویر مدل شده است. در الگوریتم اول از ویژگیهای تغییرناپذیر با چرخش استفاده شده است. ابتدا این ویژگیها را از تصویر استخراج نموده، سپس برای افزایش فاصله بین ویژگیهای افراد مختلف، آنها را با استفاده از یک تابع غیرخطی به فاصله جدید منتقل می‌کنیم. سپس از این ویژگیها جهت شناسایی هویت استفاده می‌کنیم. در الگوریتم دوم از ویژگیهایی نظیر هیستوگرام، فاصله مراکز دیسک نوری از مرکز تصویر، گوشه‌های حاصل از برخورد رگها و نهایتاً از یک تابع شباهت برای تعیین شباهت تصاویر شبکه‌ی استفاده شده است. الگوریتم‌های ارائه شده به دلیل عدم نیاز به جداسازی رگها از سرعت بالایی برخوردارند. هریک از این الگوریتم‌ها در دو مرحله مورد استفاده قرار می‌گیرد. ابتدا حضور فرد در داخل پایگاه داده بررسی می‌شود و در صورت تأیید حضور فرد در داخل پایگاه داده، هویت وی تعیین می‌شود. نتایج حاصل از اعمال الگوریتم‌های فوق روی تصاویر شبکه‌ی چشم و انجام آزمایش‌های مختلف، دقت الگوریتم‌های ارائه شده را تأیید می‌نماید. استفاده از ممانهای تغییرناپذیر با چرخش دارای دقتی برابر با ۹۹/۷۵٪ و استفاده از الگوریتم مقایسه هیستوگرام‌ها، فاصله مراکز دیسک نوری از مرکز تصویر و گوشه‌های حاصل از برخورد رگها دارای دقتی برابر با ۱۰۰٪ برای شناسایی هویت تصاویر پایگاه داده DRIVE و STARE می‌باشد.

کلمات کلیدی- تصاویر شبکه‌ی، مکان‌یابی دیسک نوری، هیستوگرام، گوشه‌های حاصل از برخورد رگها، شناسایی هویت، ویژگیهای تغییرناپذیر با چرخش، پایگاه داده DRIVE و STARE

فهرست اشکال

فهرست جداول

اهمّ واژه‌های انگلیسی و معادل فارسی آنها

۱	فصل ۱- مروری بر مفاهیم شناسایی هویت
۲	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ مقایسه روش‌های مختلف تشخیص هویت
۳	۳-۱ آناتومی شبکه
۴	۴-۱ تصویربرداری از شبکه
۵	۵-۱ مراحل طراحی یک سامانه تشخیص هویت بر اساس شبکه
۶	۶-۱ پیش پردازش
۸	فصل ۲- تشخیص دیسک نوری در تصاویر شبکه
۹	۱-۲ مقدمه
۹	۲-۲ روش تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)
۱۰	۱-۲-۲ تعیین نواحی کاندید
۱۰	۲-۲-۲ استفاده از روش تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)
۱۳	۳-۲ الگوریتم تطبیق الگو
۱۴	۴-۲ تبدیل هاف
۱۵	۵-۲ مدل مارها
۱۶	۱-۵-۲ محاسبات ریاضی مدل مارها
۱۷	۲-۵-۲ محدودیت مدل مارها
۱۹	۶-۲ برخی روشهای دیگر تعیین مکان دیسک نوری
۱۹	۷-۲ ارائه راهکاری جدید با استفاده از هیستوگرام تصاویر الگو
۲۵	۸-۲ مکان یابی مرکز دیسک نوری با استفاده از الگوریتم گوشه‌یاب هریس
۲۷	۱-۸-۲ الگوریتم هریس
۳۲	۹-۲ نتیجه‌گیری
۳۴	فصل ۳- ارائه یک سامانه تشخیص هویت بر مبنای تصاویر شبکه
۳۵	۱-۳ مقدمه
۳۵	۲-۳ انتخاب و استخراج ویژگیها از نقشه رگها
۳۹	۳-۳ بررسی تطبیق بردارهای ویژگی
۴۱	۴-۳ ارائه راهکاری جدید بر مبنای ویژگیهای تغییرناپذیر با چرخش
۴۱	۱-۴-۳ ممانهای تغییرناپذیر با چرخش
۴۴	۲-۴-۳ طبقه‌بندی ویژگیها

۴۴	..... ۳-۴-۳ معیارهای سنجش عملکرد
۴۶	..... ۴-۴-۳ آزمایش‌ها
۴۹	..... ۵-۳ ارائه راهکاری جدید بر مبنای گوشه‌های حاصل از برخورد رگها
۴۹	..... ۳-۵-۱ محاسبه زاویه دوران بین دو تصویر
۵۰	..... ۳-۵-۲ روش همبستگی فاز برای تعیین انتقال و دوران
۵۲	..... ۳-۵-۳ تعیین تابع شباهت
۵۴	..... ۳-۵-۴ آزمایش‌ها
۵۸	..... ۳-۶ هزینه محاسباتی
۵۸	..... ۳-۷ بحث و مقایسه نتایج
۶۰	..... فصل ۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۶۲	..... ضمایم
۶۳	..... ضمیمه الف- مراکز واقعی دیسک نوری
۶۵	..... ضمیمه ب- ناحیه‌بندی رگهای خونی در تصاویر شبکه
۶۶	..... ب-۱- مقدمه
۶۶	..... ب-۲- خواص رگها و چالشهای ناحیه‌بندی
۶۷	..... ب-۳- بررسی معیارهای عملکرد الگوریتمهای تشخیص رگ در تصاویر شبکه
۶۷	..... ب-۴- تحلیل چندمقیاسه
۶۹	..... ب-۵- کارهای انجام شده جهت آشکارسازی رگها در تصاویر شبکه
۷۰	..... ب-۵-۱ روش‌های مبتنی بر پردازش پنجره‌ای
۷۰	..... ب-۵-۱-۱ معرفی
۷۰	..... ب-۵-۱-۲ فیلترهای منطبق
۷۰	..... ب-۵-۱-۳ فیلتر فرزین
۷۲	..... ب-۵-۱-۴ آشکارسازی رگها بر پایه جهت‌گیری گردایان
۷۲	..... ب-۵-۱-۴-۱ تحلیل جهت‌گیری گردایان
۷۳	..... ب-۵-۱-۴-۲ دیدگاه چندمقیاسی
۷۳	..... ب-۵-۱-۴-۳ پردازشهای لازم جهت استخراج شبکه رگها با استفاده از تحلیل گردایان جهت
۷۴	..... ب-۵-۱-۵ فیلترهای هدایت شونده
۷۵	..... ب-۵-۱-۶ استفاده از لاپلاسین
۷۶	..... ب-۵-۲ روشهای مبتنی بر یافتن خطوط میانی رگها
۷۶	..... ب-۵-۲-۱ مکان‌یابی خطوط مرکزی با استفاده از بردارگردایان نرمالیز شده
۷۷	..... ب-۵-۲-۲ تشخیص اشیاء رگ مانند با استفاده از بردار گردایان
۷۸	..... ب-۵-۳ تعقیب رگها در تصاویر شبکه
۷۸	..... ب-۵-۳-۱ یافتن دیسک نوری

۷۹	..... ب-۵-۳-۲ مکان نقطه آغازین
۷۹	..... ب-۵-۳-۳-مدل کردن رگ
۸۰	..... ب-۵-۳-۴ ردیابی رگ
۸۲	..... ب-۵-۴ روش‌های نظارت شونده برای یافتن رگها
۸۲	..... ب-۵-۴-۱ چهارچوب کلی
۸۳	..... ب-۵-۴-۲ بخش‌بندی رگها
۸۵	..... مراجع

فهرست اشکال

۴	شکل ۱-۱ نمایی از چشم [۴]
۵	شکل ۲-۱ (الف) نمونه‌ای از دستگاه تجاری بازشناسی هویت (ب) روبشگر شبکه [۴ و ۵]
۵	شکل ۳-۱ نحوه استفاده از روبشگر پیشنهادی توسط شرکت Keeler [۵]
۶	شکل ۴-۱ تصویر شبکه [۴]
۱۰	شکل ۱-۲ نمونه‌هایی از نواحی کاندید [۷]
۱۲	شکل ۲-۲ (الف)، (ب) و (ج) سه نمونه از دیسک نوری تصاویر شبکه [۷]
۱۳	شکل ۳-۲ نتایج حاصل از PCA [۷]
۱۴	شکل ۴-۲ (الف) تصویر اصلی (ب) قالب (ج) تصویر حاصل از همبستگی [۴]
۱۵	شکل ۵-۲ (الف) تصویر شبکه (ب) استفاده از اپراتور سوپل و (ج) مکان دیسک نوری [۹]
۱۸	شکل ۶-۲ تعیین مکان دیسک نوری با استفاده از الگوریتم مار [۱۱]
۲۰	شکل ۷-۲ (الف)، (ب)، (ج) و (د) تصاویر انتخابی به عنوان الگو
۲۱	شکل ۸-۲ (الف)، (ب) و (ج) هیستوگرام‌های حاصل جهت پیدا کردن دیسک نوری
۲۲	شکل ۹-۲ (الف) و (ج) تصاویر اصلی، (ب) و (د) تصاویر حاصل از اعمال آستانه
۲۳	شکل ۱۰-۲ (الف)، (ب)، (ج)، (د)، (ه) و (و) نتایج حاصل از الگوریتم ارائه شده
	شکل ۱۱-۲ اختلاف بین مراکز واقعی دیسک نوری و مراکز بدست آمده بر حسب انتخاب آستانه‌های مختلف با استفاده از الگوریتم هیستوگرام تصاویر الگو
۲۴	
۲۵	شکل ۱۲-۲ (الف)، (ب)، (ج) و (د) تصاویر دارای لکه‌های پاتولوژیکی
۲۶	شکل ۱۳-۲ (الف)، (ب)، (ج) و (د) نتایج حاصل از الگوریتم ارائه شده روی تصاویر دارای لکه‌های پاتولوژیکی
۲۷	شکل ۱۴-۲ نمودار جریان الگوریتم ارائه شده جهت پیدا کردن دیسک نوری
۲۹	شکل ۱۵-۲ نواحی مختلف بر حسب مقادیر ویژه [۲۲]
۳۰	شکل ۱۶-۲ (الف)، (ب)، (ج) و (د) نتایج حاصل از گوشه‌یابی روی برخی تصاویر پایگاه داده
۳۱	شکل ۱۷-۲ (الف)، (ب)، (ج)، (د)، (ه) و (و) نتایج اعمال الگوریتم هریس روی برخی تصاویر پایگاه داده
	شکل ۱۸-۲ اختلاف بین مراکز واقعی دیسک نوری و مراکز بدست آمده بر حسب انتخاب آستانه‌های مختلف و بازای $k=0/17$ با استفاده از الگوریتم گوشه‌یاب هریس
۳۲	
	شکل ۱۹-۲ اختلاف بین مراکز واقعی دیسک نوری و مراکز بدست آمده بر حسب k های مختلف و آستانه‌ای برابر با 7×10^4 با استفاده از الگوریتم گوشه‌یاب هریس
۳۲	
۳۶	شکل ۱-۳ (الف) ناحیه اطراف دیسک نوری در مختصات قطبی (ب) ناحیه اطراف دیسک نوری در مختصات کارتزین [۴]
	شکل ۲-۳ (الف) آنالیز چندمقیاسی و ضرایب تقریبی تبدیل ویولت در سه مقیاس بزرگ و متوسط و کوچک (ب) جداسازی رگها در سه مقیاس بزرگ و متوسط و کوچک [۴]
۳۶	
۳۷	شکل ۳-۳ ساخت بردار ویژگی [۴]
۳۸	شکل ۴-۳ (الف) الگوی رگها (ب) تجزیه این الگو به کمک تبدیل موجک در ۲ سطح [۳۳]
۳۸	شکل ۵-۳ (الف) و (ب) تصاویر شبکه دو فرد مختلف (ج) بردارهای مشخصه انرژی موجک برای تصاویر (الف) و (ب) [۳۳]
۴۳	شکل ۶-۳ نمودار بلوکی الگوریتم تشخیص هویت
۴۶	شکل ۷-۳ (الف)، (ج) و (ه) تصاویر اصلی و (ب)، (د) و (ه) تصاویر چرخانده شده متناظر
۴۸	شکل ۸-۳ نمودار FAR-FRR برای آزمایش اول
۴۸	شکل ۹-۳ نمودار ROC برای آزمایش اول
۴۸	شکل ۱۰-۳ نمودار FAR-FRR برای آزمایش دوم
۴۹	شکل ۱۱-۳ نمودار ROC برای آزمایش دوم
۵۱	شکل ۱۲-۳ نمودار جریان الگوریتم تعیین زاویه دوران بین دو تصویر
۵۴	شکل ۱۳-۳ نمودار جریان الگوریتم استفاده از گوشه‌ها جهت بیان میزان شباهت

- شکل ۳-۱۴ نمودار FAR-FRR برای آزمایش اول بازای آستانه مختلف در مرحله تایید یا رد هویت با توجه به توابع شباهت ۵۵
- شکل ۳-۱۵ نمودار ROC برای آزمایش اول بازای آستانه مختلف در مرحله تایید یا رد هویت با توجه به توابع شباهت ۵۵
- شکل ۳-۱۶ نمودار FAR-FRR برای آزمایش چهارم بازای آستانه مختلف در مرحله تایید یا رد هویت با توجه به توابع شباهت ۵۶
- شکل ۳-۱۷ نمودار ROC برای آزمایش چهارم بازای آستانه مختلف در مرحله تایید یا رد هویت با توجه به توابع شباهت ۵۶
- شکل ۳-۱۸ نمودار FAR-FRR برای آزمایش اول بازای آستانه انتخابی مختلف در مرحله مقایسه هیستوگرامها ۵۷
- شکل ۳-۱۹ نمودار ROC برای آزمایش اول بازای آستانه انتخابی مختلف در مرحله مقایسه هیستوگرامها ۵۷
- شکل ۳-۲۰ نمودار FAR-FRR برای آزمایش اول بازای آستانه انتخابی مختلف در مرحله مقایسه فاصله مراکز دیسک نوری از مرکز تصویر ۵۸
- شکل ب-۱ فلشهای ممتد مویرگها با کنتراست پایین و فلشهای منقطع دیگر چالشها را نشان می‌دهد [۲۳] ۶۶
- شکل ب-۲ (الف) تصویر اصلی (ب) رگها در مقیاس کوچک (ج) رگها در مقیاس بزرگ (د) ضرب مقیاسی [۲۴] ۶۹
- شکل ب-۳ (الف) مقطع عرضی رگها (ب) سطوح خاکستری برای یک مقطع عرضی رگ [۲۳] ۷۱
- شکل ب-۴ (الف) تصویر اصلی (ب) تصویر حاصل از الگوریتم فرزین [۲۳] ۷۲
- شکل ب-۵ (الف) قبل از اعمال عملیات مکمل (ب) بعد از اعمال عملیات مکمل [۲۳] ۷۲
- شکل ب-۶ (الف) تصویر اصلی (ب) تصویر حاصل از اجرای الگوریتم جهتگیری گرادیان [۲۷] ۷۴
- شکل ب-۷ نمودار جریان روشهای مبتنی بر یافتن خطوط میانی رگها [۲۵] ۷۷
- شکل ب-۸ (الف) رگهای خونی (ب) بردار گرادیان نرمالیزه در رگها [۲۵] ۷۷
- شکل ب-۹ (الف) تصویر اصلی (ب) نتیجه حاصل از الگوریتم مبتنی بر یافتن خطوط میانی رگها [۲۵] ۷۸
- شکل ب-۱۰ (الف) تصویر اصلی (ب) محل دیسک نوری [۳۰] ۷۶
- شکل ب-۱۱ تعیین نقاط آغازین [۳۰] ۷۹
- شکل ب-۱۲ مدل گوسی یک مقطع از رگ [۳۰] ۸۰
- شکل ب-۱۳ مسیر ردیابی با استفاده از نقطه آغازین [۳۰] ۸۱
- شکل ب-۱۴ ردیابی شاخه های روی رگها [۳۰] ۸۱
- شکل ب-۱۵ نتایج حاصل از الگوریتم GMM بازای $k_i = 20$ (الف) روی پایگاه داده DRIVE (ب) روی پایگاه داده STARE [۲۶] ۸۴

فهرست جداول

۳	جدول ۱-۱ مقایسه روش های مختلف تشخیص هویت [۲]
۳۱	جدول ۱-۲ مقایسه بین روشهای مختلف تشخیص دیسک نوری بر روی تصاویر پایگاه داده DRIVE
۴۵	جدول ۱-۳ معیارهای سنجش عملکرد
۴۷	جدول ۲-۳ نتایج عملکرد الگوریتم ارائه شده به ازای تعداد چرخشهای مختلف
۴۷	جدول ۳-۳ نتایج عملکرد الگوریتم ممانها بر روی ۴ آزمایش انجام شده
۵۵	جدول ۴-۳ نتایج عملکرد الگوریتم ارائه شده بر روی ۴ آزمایش انجام شده
۵۹	جدول ۵-۳ مقایسه بین الگوریتمهای مختلف شناسایی هویت
۶۴	جدول الف-۱ مراکز واقعی دیسک نوری برای پایگاه داده DRIVE
۷۰	جدول ب-۱ محاسبه پارامتر صحت بازای مقادیر مختلف M [۲۳]
۸۴	جدول ب-۲ عملکرد روشهای مختلف روی پایگاه داده DRIVE

اهمّ واژه‌های انگلیسی و معادل فارسی آنها

Scanner	رویشگر
Fovea	لکه زرد
Template matching	تطبیق الگو
Hough Transform	تبدیل هاف
Sobel	سوبل
Canny	کنی
Morphological operation	عملگر مورفولوژیک
Dilation	گسترش
Matching Filter	فیلتر تطبیقی
Thresholding	آستانه‌گذاری
Watershed Transform	تبدیل واترشد
Harris corner detection algorithm	الگوریتم گوشه‌یاب هریس
Perwit	پرویت
Classifier	دسته‌بند کننده
Gradient Orientation	جهت‌گیری گرادبان
Laplacian	لاپلاسیان
Vessel tracking	تعقیب رگ
Supervised methods	روش نظارت‌شونده
Bayesian classifier	طبقه‌بند بیز
Wavelet Energy Feature	مشخصه انرژی موجک
Verification	تایید هویت
Identification	تشخیص هویت
Rotation invariant moment	ممان تغییر ناپذیر با چرخش
False rejection rate	خطای رد نابجا
Identification error	خطای بازشناسی
False acceptance rate	نرخ خطای پذیرش نابجا
Binary classifier	طبقه‌بند دودویی
Equal error rate	نرخ خطای تعادل
True acceptance rate	نرخ پذیرش بجا
Phase correlation technique	روش همبستگی فاز
Similarity function	تابع شباهت

فصل اول

مروری بر مفاهیم شناسایی هویت

۱-۱- مقدمه

در سالهای اخیر با گسترش فناوری اطلاعات و نیاز به امنیت بالا، بکارگیری شیوه‌های مختلف شناسایی افراد اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. آنچه که یک سامانه شناسایی هویت باید داشته باشد، میزان خطایی برابر صفر، هزینه کم، سرعت بالا و غیرتهاجمی بودن است، که در شرایط و کاربردهای مختلف برخی از روش‌های شناسایی هویت در اولویت قرار می‌گیرند. از روش‌های مختلف شناسایی هویت می‌توان اثر انگشت، چهره، صدا، کف دست، عنبیه و شبکیه را نام برد. عموماً در مواردی که دقت، سهولت و ارزانی سامانه شناسایی مدنظر باشد، از شناسایی بر اساس اثر انگشت استفاده می‌شود. اما می‌دانیم امکان وجود اشتباه و حتی تقلب در این سامانه شناسایی هویت وجود دارد. بعنوان مثال وجود برشهایی در انگشت و یا کثیفی، سامانه شناسایی را به اشتباه خواهد انداخت. در مورد شناسایی بر اساس چهره نیز آرایش کردن یا عمل جراحی پلاستیک ممکن است، سامانه شناسایی را دچار خطا نماید. در شناسایی هویت مبتنی بر صدا، صدای شخص می‌تواند متأثر از تغییرات فیزیولوژیکی یا احساسی فرد باشد. همان‌طور که می‌دانیم یک سامانه شناسایی هویت بر اساس یک ویژگی انحصاری عمل می‌کند و وجود پایداری و عدم تغییرات کلی این ویژگی، کارایی سامانه شناسایی را تضمین می‌نماید. در مورد شناسایی هویت بر اساس چهره و صدا، پایداری چندانی در ویژگی بیومتری مشاهده نمی‌شود. اما در مورد شبکیه موضوع به گونه‌ای دیگر است. توزیع رگهای خونی شبکیه که ویژگی اصلی مورد استفاده در این سامانه شناسایی است، در طول عمر ثابت و بدون تغییر می‌ماند و حتی در مورد دوقلوهای یکسان، الگوی توزیع رگهای شبکیه در آنها کمترین میزان شباهت را دارد. بنابراین شناسایی هویت بر اساس شبکیه، بالاترین میزان دقت را در بین سامانه‌های شناسایی دارد بطوریکه خطای آن حدوداً برابر با صفر می‌باشد. عموماً در مکانهایی مانند تأسیسات نظامی و ... که ایمنی و امنیت، اهمیت فوق‌العاده بالایی دارد، از شناسایی هویت بر اساس تصاویر شبکیه استفاده می‌شود [۱].

۱-۲- مقایسه روش‌های مختلف تشخیص هویت

در جدول ۱-۱ مقایسه‌ای بین روش‌های مختلف شناسایی هویت آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود شناسایی هویت با استفاده از تصاویر شبکیه، روشی قابل اطمینان بوده ولی به دلیل محدودیت‌های فناوری، هنوز به طور گسترده مورد استفاده قرار نگرفته است. در سال ۱۹۷۸ رابرت هیل^۱، شبکیه را به عنوان یکی از عناصر بیومتری معرفی نمود و شناسایی هویت با استفاده از تصاویر شبکیه را به صورت یک اختراع به ثبت رساند. مشکل اساسی در استفاده از تصاویر شبکیه برای شناسایی هویت، گران بودن روبشگرهای^۲ شبکیه

^۱ R.B. Hill

^۲ Scanner

و نیز راحت نبودن غالب کاربران با استفاده از این سامانه می‌باشد. البته پیشرفتهای اخیر در ساخت روبشگرهای شبکیه سبب ارزانتر شدن آنها و نیز راحتی استفاده از این سامانه تصویربرداری شبکیه شده است.

جدول ۱-۱ مقایسه روش‌های مختلف شناسایی هویت [۲]

روش شناسایی هویت	عمومیت	یکتایی	پایداری	قابلیت جمع‌آوری
چهره	بالا	پایین	پایین	بالا
اثر انگشت	متوسط	متوسط	بالا	متوسط
کف دست	متوسط	متوسط	متوسط	بالا
عنبنیه	بالا	بالا	بالا	متوسط
شبکیه	بالا	بالا	متوسط	پایین
امضا	پایین	پایین	پایین	بالا
صدا	متوسط	پایین	پایین	متوسط
دما نگاری صورت	بالا	بالا	پایین	بالا

۱-۳- آناتومی شبکیه

در ادامه لازم است که توضیحاتی راجع به شبکیه چشم بیان نماییم.

اجزای اصلی شبکیه عبارتند از:

۱- رگهای خونی

۲- رنگدانه‌ها (پیش زمینه)

۳- لکه زرد^۱

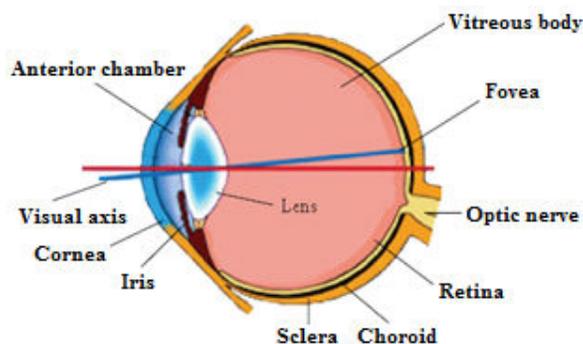
۴- دیسک نوری^۲

چشم دریچه‌ای به سوی رگهای شبکیه است. تنها همین رگهای شبکیه هستند که به صورت غیرتهاجمی قابل رویت می‌باشند. شبکیه درونی‌ترین لایه کره چشم و بخش حساس به نور است که تصاویر نوری را به سیگنالهای عصبی الکتریکی تبدیل نموده و به مغز می‌فرستد. قطر شبکیه حدوداً ۴۰ میلیمتر می‌باشد. سطح شبکیه پوشیده از رگهای خونی است. کلیه این رگها از ناحیه‌ای به نام دیسک نوری منشعب می‌شوند. دیسک نوری ناحیه‌ای به مراتب روشن‌تر از دیگر نواحی شبکیه است که تقریباً شکل دایروی دارد و قطر آن حدوداً ۱/۵ میلیمتر است. موقعیت دیسک نوری در پردازش تصاویر شبکیه از اهمیت خاصی برخوردار است و می‌تواند به عنوان یک نقطه مرجع جهت اندازه‌گیری فاصله و تعیین موقعیت دیگر بخشهای شبکیه مثل لکه زرد در نظر گرفته شود. دیسک نوری ناحیه‌ای در شبکیه است که فاقد رنگدانه است و در عوض محل ورود و خروج رگها و نیز محل ورود و خروج اعصاب از شبکیه محسوب می‌شود. این باعث شده است در تصاویر شبکیه،

^۱ Fovea

^۲ Optic Disc

دیسک نوری خود را به صورت ناحیه‌ای روشن نشان دهد [۳]. البته به دلیل تغییرپذیری دیسک نوری در اثر برخی بیماریها نظیر دیابت نوع II، این ناحیه از شبکیه در شناسایی هویت بکار گرفته نمی‌شود، اما معمولا نقش یک نقطه مرجع را به هنگام پردازش در تصویر شبکیه بازی می‌کند. علاوه بر این، بدلیل عدم وجود رنگدانه در دیسک نوری، این ناحیه نقطه کور چشم به شمار می‌آید. لکه زرد ناحیه‌ای است که چگالی رنگدانه‌ها در آن به حداکثر می‌رسد و نقطه کانونی شدن نور در شبکیه است و معمولا در وسط تصویر شبکیه قرار می‌گیرد و تیره‌تر از بقیه نواحی است. در شکل ۱-۱ نمایی از چشم انسان و نواحی مختلف آن آورده شده است.



شکل ۱-۱ نمایی از چشم [۴]

۴-۱- تصویربرداری از شبکیه

جهت تصویربرداری از شبکیه از روبشگرهای شبکیه استفاده می‌شود. در روبشگرهای شبکیه از خواص ذاتی بازتابش و جذب در چشم برای نمایش الگوی رگهای شبکیه استفاده می‌شود. این کار با تاباندن اشعه‌ای به شبکیه و ثبت آن در روبشگر صورت می‌گیرد. نقاط تاریک تصویر خروجی، رگهای خونی هستند که سهم بیشتری در جذب نور تابانده شده، دارند. در شکل ۲-۱ دو نمونه از روبشگرهای شبکیه آورده شده است. در سال ۱۹۷۶ شرکت Eyedentify یک سامانه شناسایی هویت به نام Eyedentification7.5 را با استفاده از اولین نمونه تجاری روبشگر شبکیه به بازار عرضه نمود. از آن زمان پیشرفت‌های انجام شده، امکان تصویربرداری ارزان و آسان از شبکیه را فراهم ساخته است. بعلاوه کاربردهای نوظهور نظیر تایید هویت در تجارت الکترونیک به کمک تصاویر شبکیه، موجب رشد فزاینده تحقیقات در این زمینه شده است. همچنین شرکت Keeler در سال ۲۰۰۹ روبشگرهای ارزان قیمت و کوچکی که دارای قابلیت تصویربرداری بالاتر می‌باشد، به بازار عرضه نمود. از مزایای مهم دیگر این روبشگرها راحتی استفاده از آنها می‌باشد. در ادامه نحوه استفاده از این روبشگر در شکل ۳-۱ آورده شده است [۴ و ۵].