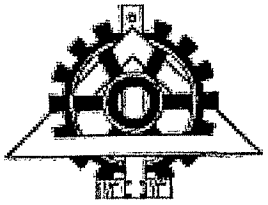
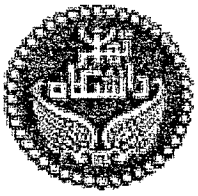
به نام خداوند بخشاینده و مهربان

۹۰۲۲۱





# دانشگاه تهران

**پردیس دانشکده‌های فنی**

**دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر**

**عنوان:**

## تشخیص هویت فرد به کمک تصاویر عنبیه
## با استفاده از تحلیل شکل و طبقه‌بندی سلسله مراتبی


**نگارش:**

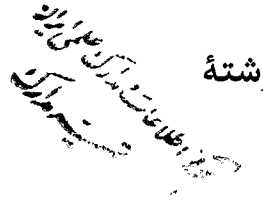
**سید مهدی حسینی**

**استاد راهنما:**

**دکتر بابک نجار اعرابی**

**استاد مشاور:**

**دکتر حمید سلطانیان زاده**

**پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ**

**مهندسی برق-گرایش کنترل**

**شهریور ۱۳۸۶**


۱۳۸۶ /۷/ ۱۵

۹۰۲۲۱

به نام خدا

دانشگاه تهران

**پردیس دانشکده های فنی**

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

# گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیأت داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقا/~~خانم~~ سید مهدی حسینی در رشته مهندسی برق و کامپیوتر، گرایش : کنترل

با عنوان: "تشخیص هویت فرد به کمک تصاویر عنبیه با استفاده از تحلیل شکل وطبقه بندی سلسله مراتبی"

| | به عدد | به حروف |
|---|---|---|
| نمره نهایی پایان نامه: | ۲۰/— | بیست |

در تاریخ ۱۳۸۶/۰۶/۳۱

و درجه عالی ارزیابی نمود.

| مشخصات هیأت داوران | نام و نام خانوادگی | مرتبه دانشگاهی | دانشگاه یا موسسه | امضاء |
|---|---|---|---|---|
| ۱-استاد راهنما<br>استاد راهنمای دوم (حسب مورد) | دکتر بابک نجاراعرابی | دانشیار | تهران | |
| ۲-استاد مشاور | دکتر حمید سلطانیان زاده | استاد | تهران | |
| ۳ -استاد مدعو خارجی<br>(یا استاد مشاور دوم) | دکتر احسان ا.. کبیر | استاد | تربیت مدرس | |
| ۴-استاد مدعو داخلی | دکترغلامعلی حسین زاده دهکردی | استادیار | تهران | |
| ۵-داور و نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده | دکتر پرویز جبه دار مارالانی | استاد | تهران | |

**تذکر:این برگه پس از تکمیل توسط هیأت داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.**

# دانشگاه تهران

**پردیس دانشکده‌های فنی**

**دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر**

## پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ مهندسی برق

**عنوان:** تشخیص هویت فرد به کمک تصاویر عنبیه با استفاده از تحلیل شکل و طبقه‌بندی سلسله مراتبی

**نگارش:** سید مهدی حسینی

این پایان‌نامه در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۳۱ در مقابل هیأت داوران دفاع گردید و مورد تصویب قرار گرفت.

| | |
|---|---|
| معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی پردیس دانشکده‌های فنی: | دکتر جواد فیض |
| رئیس دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر: | دکتر پرویز جبه‌دار مارالانی |
| معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر: | دکتر سعید نادر اصفهانی |
| اساتید راهنما: | دکتر بابک نجار اعرابی |
| استاد مشاور: | دکتر حمید سلطانیان‌زاده |
| عضو هیأت داوران: | دکتر پرویز جبه‌دار مارالانی |
| عضو هیأت داوران: | دکتر احسان ا.. کبیر |
| عضو هیأت داوران: | دکتر غلامعلی حسین‌زاده دهکردی |

# تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب **سید مهدی حسینی** تائید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع گردیده است. ضمناً این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

درضمن کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران می‌باشد.

نام و نام خانوادگی: **سید مهدی حسینی**

امضای دانشجو:

۱۶/۷/۹

# تقدیم به

مادر صبور و فداکارم مریم

و

پدر بزرگوارم حسین

**کیست این پنهان مرا در جان و تن  کز زبان من همی گوید سخن**
**این که گوید از لب من راز کیست  بنگرید این صاحب آواز کیست**

شکر خداوندی را است که نعمت‌های بی‌کران را به مخلوقاتش عرضه داشت. خداوندی که در ورای هر حقیقتی، حقیقتی دیگر را نهفت و هر کس در حد و وسع خویش او را شناخت. خداوندی که زمین و آسمان‌ها را به نحو کمال و به حکمتی شایسته آفرید. شکر خداوندی را است که که تمام عالم هستی در تسبیح اویند و از شکر نعمتهایش عاجز. او بی‌نیاز از هر گونه شکر گزاریست. شکر و تسبیح او جز آگاهی و شناخت برای شکر گزار به همراه نخواهد داشت و این است برکت شکر گذاری. خداوندا به من مجال تسبیح خود را بده تا شکر گزار باشم و از تو می‌خواهم که مرا آگاهی بخشی.

خداوندا تو را شکر می‌گویم به خاطر وجود مادرم مریم و پدرم حسین. صبر، فداکاری و دلسوزی این دو موجود نازنین غیر قابل جبران و شکرگزاری بر آنها واجب می‌باشد. خداوندا مرا قوت بخش تا شکرگزار آنها باشم و بتوانم طوری زندگی کنم که همواره بر وجود من افتخار کنند.

بی شک در طی روند زندگی، استادانی بزرگ نقش عمده‌ای در پیشرفت آگاهی انسان دارند. در دوران تحصیل دانش‌اموزی‌ام معلم ریاضی آقای براخاص و آقای زمانی، معلم فیزیک آقای آرش، معلم فارسی آقای نقی‌نژاد و آقای مهرپور، معلم شیمی آقای شمس و دیگر معلمین نازنینم بی شک اساتید زندگیم بودند. زنده‌یاد استاد مهدی رسایی، استاد نصیری و همچنین استاد دکتر نیکوخصلت بی‌شک آیه‌های خداوندی در زندگی‌ام بوده و هستند تا در این بوستان زندگی تنها نبوده باشم.

علوم عالی در دانشگاه، ورای دیگری از آموزش در زندگی است که بی‌شک تعلیم آن توسط استادان بزرگ بسیار ثمره بخش خواهد بود. در این بین از دکتر خانمحمدی، دکتر تومانیان، دکتر موسوی‌نیا و دکتر رستمی در دوران کارشناسی و همچنین دکتر جبه‌دار، دکتر لوکس و دکتر نیلی در دوران کارشناسی ارشدم و دیگر استادان بزرگ که هر یک سهمی عمده‌ای در تربیت من نقش داشتند، بایستی تشکر و قدردانی نمود.

آشنایی و فرصت شاگردی در حضور استاد گرامی جناب آقای دکتر اعرابی یکی دیگر از نقاط عطف زندگی‌ام بود تا بتوانم به قدرت و خلاقیت درونم پی ببرم. بی‌شک گذراندن چهار درس در طول کارشناسی ارشد و همچنین اخذ پروژه‌ام با این موجود نازنین از بزرگ‌ترین فرصت‌های زندگی‌ام در این دوران بود. از ایشان به خاطر زحمات فراوانی که در حق اینجانب روا داشتند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

دوستان بسیار خوبِ زیادی در طول انجام مراحل مختلف این پژوهش مرا یاری کردند که از تمامیِ آنها کمال تشکر را دارم. به خصوص از آقای مهندس احمد پورصابری، که نتایج زحمات و مطالعات خود در پروژهٔ کارشناسی ارشدشان را بی‌شائبه در اختیار من قرار دادند و در طول انجام این پژوهش و نگارش این پایان‌نامه با من همفکری و مرا راهنمایی می‌کردند، صمیمانه تشکر می‌کنم. همچنین از خانم مهندس ریحانه بختیاری و خانم مهندس سارا حقیقی که در نگارش و ویراستاری این پایان‌نامه مرا یاری کرده‌اند تشکر می‌نمایم. از دوست عزیزم فرشاد شیرانی که مرا در برخی قسمت‌های پایان‌نامه کمک و راهنمایی کرده‌اند، صمیمانه تشکر می‌کنم.

پروژه حاضر مورد حمایت گردآورندگان بانک‌های داده UBIRIS، UPOL و CASIA قرار گرفته که از این موءلفین این بانک‌داده‌ها نهایت تشکر را دارم. همچنین این پروژه مورد حمایت مرکز تحقیقات مخابرات ایرن بوده است که بدین وسیله از آن مرکز محترم تشکر می‌شود.

**سید مهدی حسینی**

# چکیده

سیستم بیومتریک، براساس مشخصه‌های منحصربفرد مختص هر فرد اقدام به بازشناسی خودکار افراد می‌کند. بازشناسی از طریق تصاویر عنبیه هم‌اکنون به‌عنوان یکی از مطمئن‌ترین روش‌ها مطرح است. روش‌های بازشناسی عنبیه تا کنون عمدتا در حوزه‌های تبدیل موجک و فیلترهای گابور پیاده‌سازی شده‌اند و این در حالی است که اغلب آن‌ها بر روی تصاویر مادون قرمز نزدیک طراحی شده‌اند. این تصاویر به دلیل کم بودن عوامل مخدوش کننده، از جمله بازتاب نور در آن، به عنوان یک بستر مناسب جهت اعمال روش‌های طراحی شده به کار گرفته می‌شود. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد تصاویر مادون قرمز نزدیک اطلاعات رنگ‌دانه‌ای عنبیه را از دست می‌دهند و فقط اطلاعات بافتی آن را در بر می‌گیرند و این در حالی است که تصاویر حوزه نور مرئی از ویژگی‌های رنگ‌دانه‌ای بهره جسته و به عنوان یک بستر بسیار غنی جهت استخراج ویژگی از آن را ارائه می‌دهند. ولی عیب عمده این گونه تصاویر به بالا بودن درصد نویز در آن‌ها را شامل می‌شود.

در این پایان‌نامه رویکرد جدیدی برای استخراج ویژگی از تصاویر مرئی ارائه شده است. این روش بر اساس استخراج شکل‌های دودویی مقاوم از تصویر عنبیه استوار است. این شکل‌های دودویی حاوی اطلاعات رنگ‌دانه‌ای و همچنین بافتی عنبیه از تصاویر مرئی است. با استفاده از روش تحلیل شکل و توصیف تابعی این گونه شکل‌ها، امضاء مختص هر عنبیه استخراج می‌شود. نتایج بازشناسی بر روی بانک‌داده UBIRIS، که بسیار نویز دار است، با شناسایی ۹۶٪ بر روی آن دلالت بر قابلیت بسیار بالای این روش دارد. در ادامه کار به جمع آوری بانک‌داده دانشگاه تهران با برچسب UTIRIS پرداخته به گونه‌ای که از هر چشم در دو نوع حوزه مادون قرمز نزدیک و مرئی عکس‌برداری شده است. نتایج ترکیب اطلاعات این دو حوزه حاکی از دست رفتن بسیاری از اطلاعات در حوزه مادون قرمز نزدیک است. همچنین با ترکیب امضاء بدست آمده از روش پیشنهادی با دیگر روش پیاده‌سازی شده در حوزه تبدیل موجک، به همبستگی بسیار پایین امضاء بدست آمده از روش تحلیل شکل دست یافتیم.

همچنین در این پایان‌نامه به ارائه روشی نو جهت استخراج عنبیه از تصاویر رنگی پرداختیم. این روش بر اساس موءلفه‌های رنگی خالص Hue و قرمز Red کار می‌کند. نتایج استخراج بر روی بانک‌داده UBIRIS و UPOL به بالا بودن قدرت استخراج در حدود ۱۰۰٪ را توصیف می‌کند. طبقه‌بندی سلسله مراتبی نیز یک رویکرد جدیددیگری است، جهت رده‌بندی داده‌های بیومتریک در چندین مرحله از بازشناسی. در این رویکرد سعی بر مطالعه ایجاد درخت‌های تصمیم گیری بهینه بر روی تعداد کمی از رده‌ها بودیم تا بتوان از این گونه درخت‌های ایجاد شده الگوبرداری کرده و به تعداد رده‌های بسیار بالا تعمیم داد. پژوهش در این راستا همچنان ادامه دارد.

# فهرست مطالب

علامت «*» نشان‌دهنده کار انجام گرفته از طرف نگارنده است

**عنوان..... صفحه**


**۱ مقدمه ۲**

۱-۱ تاریخچه و انواع روش‌های موجود در علم بیومتریک ۲

۱-۲ مروری بر علم بیومتریک ۴

۱-۲-۱ مقدمه ۴

۱-۲-۲ روش‌های آماری و آزمایش داده‌های بیومتریک ۵

۱-۴ مقدمه‌ای بر بازشناخت عنبیه: به عنوان یکی از روش‌های مطمئن ۱۱

۱-۴-۱ تاریخچهٔ علم بیومتریک عنبیه ۱۱

۱-۴-۲ روش بازشناسی عنبیه ۱۲

۱-۵ چالش‌های موجود در علم بیومتریک عنبیه ۱۳

۱-۶ هدف از تحقیق ۱۴

۱-۷ ساختار پایان‌نامه ۱۵

**۲ جداسازی عنبیه از تصاویر چشم ۱۷**

۲-۱ مروری بر روش‌های جداسازی ۱۷

۲-۲ چالش‌های موجود در جداسازی ۱۹

۲-۳ روش پیاده‌سازی شده برای جداسازی عنبیه «*» ۲۰

۲-۳-۱ مروری بر کالبد شناسی داخلی چشم ۲۱

۲-۳-۲ شبکیه و تأثیر آن بر رنگ مردمک ۲۲

۲-۳-۳ جداسازیِ مردمک و عنبیه ۲۳

۲-۴ نتایج پیاده‌سازی روش پیشنهادی برای جداسازی عنبیه «*» ۲۹

۲-۵ نتیجه گیری «*» ۳۱

**۳ استخراج ویژگی از تصاویر عنبیه ۳۴**

۳-۱ روش‌های موجود در استخراج ویژگی از تصاویر عنبیه و چالش‌های موجود ۳۴

۳-۲ کاربرد ماتریس هم-اتفاقی بر روی مؤلفهٔ رنگ خالص عنبیه و استخراج ویژگی‌های مناسب «*» ۳۶

۳-۲-۱ توصیف ماتریس هم-اتفاقی و کاربرد آن بر روی تصاویر رنگی عنبیه ..... ۳۶
۳-۲-۲ ویژگی‌های استخراج شده از ماتریس هم-اتفاقی و نتایج حاصل از بازشناسی ..... ۳۸
۳-۳ مطالعهٔ لایهٔ بیرونی عنبیه: بافت استرومال و ساختار رنگ‌دانه‌ای آن ..... ۴۱
۳-۳-۱ بررسی طیف نوری ائوملانین در حوزهٔ طول موج‌های مختلف انرژی ..... ۴۳
۳-۳-۲ گردآوری بانک‌داده UTIRIS و مقایسهٔ تصاویر عنبیه عکس‌برداری شده در حوزهٔ نور مرئی با حوزهٔ مادون قرمز نزدیک «*» ..... ۴۷
۳-۴ استخراج ویژگی از تصاویر حوزهٔ نور مرئی ..... ۵۰
۳-۴-۱ مروری بر روش‌های آنالیز شکل و استخراج ویژگی‌های متعدد از آنها ..... ۵۱
۳-۵ روش مقاوم دودویی کردن تصویر عنبیه جهت استخراج شکل استرومال «*» ..... ۵۷
۳-۵-۱ مروری بر روش حل مسألهٔ فیلتر تیخونف و کاربرد آن در تصاویر عنبیه ..... ۵۸
۳-۵-۲ برش تصاویر ..... ۶۲
۳-۶ نتایج بدست آمدهٔ بازشناسی روش آنالیز شکل بر روی بانک‌داده یو-بی-آیریس و کاسیا «*» ..... ۶۵
۳-۷ نتایج بدست آمده بازشناسی روش آنالیز شکل بر روی بانک‌داده یو-تی-آیریس «*» ... ۶۹

**۴ طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی: سیاستی در قبال رویارویی با یک بانک حجیم تصاویر ۷۴**

۴-۱ تقسیم‌بندی تصویر به صورت سلسله‌مراتبی ..... ۷۶
۴-۲ درخت تصمیم‌گیری بر اساس ویژگی‌های بدست آمده ..... ۷۸
۴-۳ روش Farthest-First Traversal و تعمیم آن توسط داسگوپتا ..... ۸۴
۴-۴ کاربرد طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی در داده‌های بیومتریک: چالش‌ها و راه‌کارها «*» ..... ۸۷
۴-۵ پیاده‌سازی‌های انجام شده «*» ..... ۹۴

**۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۹۸**

۵-۱ خلاصه ..... ۹۸
۵-۲ بحث و تحلیل ..... ۱۰۰
۵-۳ نتیجه‌گیری ..... ۱۰۲
۵-۴ راه‌کارهایی برای ادامهٔ پژوهش ..... ۱۰۳

**فهرست منابع ۱۰۵**

مقالات چاپ و یا ارسال‌شده ۱۱۳

واژه نامه ۱۱۵

# فهرست شکل‌ها

**عنوان ..... صفحه**

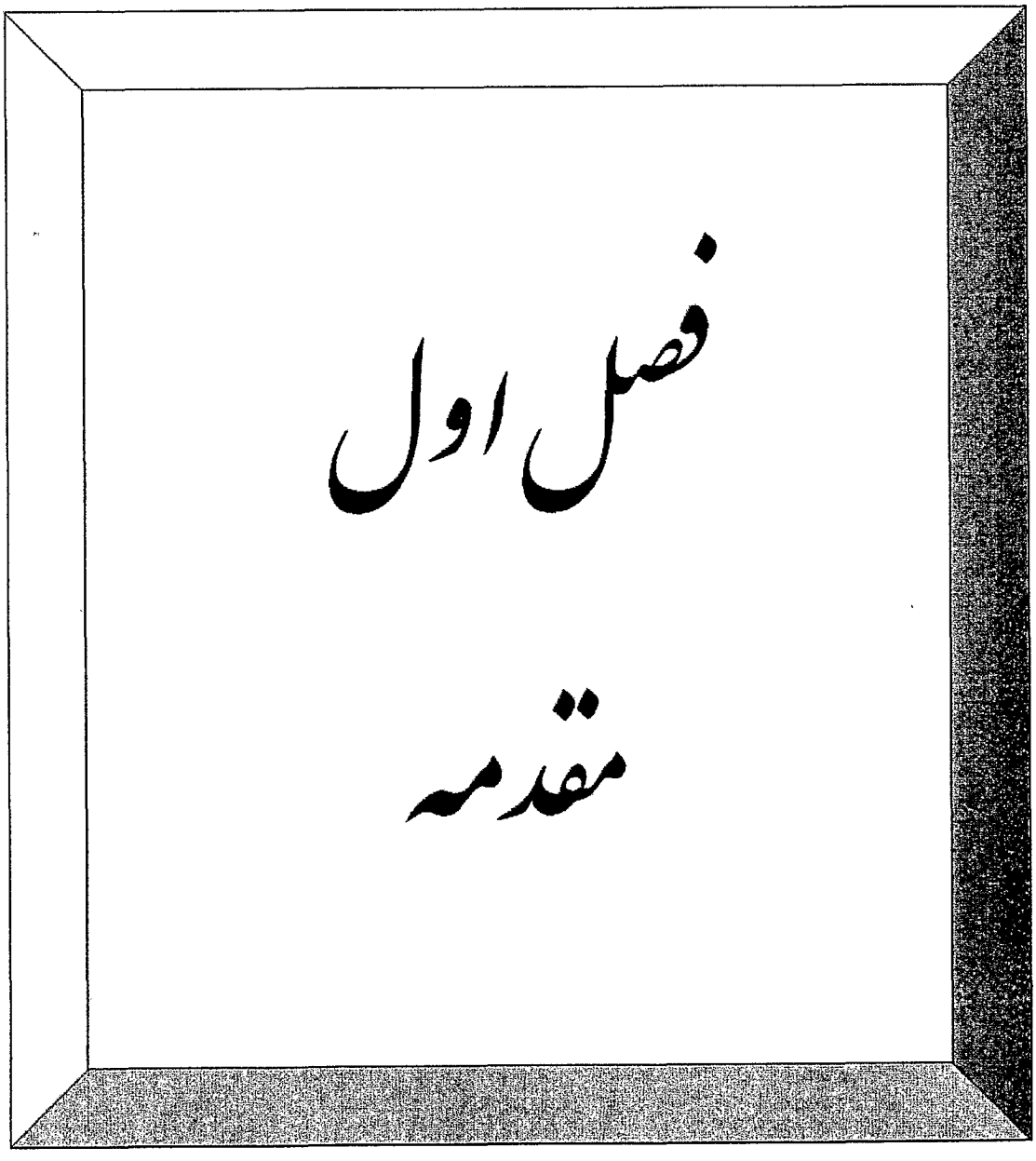

شکل ۱-۱: عنبیه و بافت پیچیده آن ..... ۹
شکل ۱-۲: تشخیص عنبیه توسط یک روش خودکار و اختلالات مرتبط ..... ۱۲
شکل ۱-۳: نمودار بلوکی روند بازشناخت عنبیه ..... ۱۳
شکل ۲-۱: ساختار آناتومی چشم و جزئیات مربوط به آن ..... ۲۱
شکل ۲-۲: مردمک و رنگ آن ..... ۲۲
شکل ۲-۳: افراد سیاه پوست و رنگ آنها ..... ۲۳
شکل ۲-۴: عنبیه قهوه‌ای و آبی رنگ و موءلفه‌های رنگی آنها ..... ۲۳
شکل ۲-۵: تصویر عنبیه رنگی و جداسازی موءلفه رنگی میانی ..... ۲۴
شکل ۲-۶: الف)تصویر قرمز ب) هیستوگرام هموارشده و مشتق آن پ) تصویر دودویی شده ..... ۲۶
شکل ۲-۷: بلوک‌دیاگرام روند جداسازی عنبیه از تصاویر رنگی ..... ۲۷
شکل ۲-۸: الف) نمونه‌برداری از شعاع‌های مختلف ب) شعاع‌های رسم شده ..... ۲۸
شکل ۲-۹: الف) نمونهٔ تصویر بانک‌داده یو-پل و عنبیهٔ جداشده ب) مؤلفهٔ رنگی Hue قبل از پیش‌پردازش پ) مؤلفهٔ رنگی Hue بعد از پیش‌پردازش ..... ۳۱
شکل ۳-۱: نتایج بازشناسی بانک‌داده یو-بی-آیریس ..... ۴۰
شکل ۳-۲: ائوملانین و ساختار شیمیایی آن ..... ۴۲
شکل ۳-۳: نمودار جذب طیف فرکانسی ائوملانین ..... ۴۳
شکل ۳-۴: تشعشع و فلوئورسانس ائوملانین ..... ۴۴
شکل ۳-۵: بازه کوانتوم تشعشعی ائوملانین بصورت تابعی از انرژی تحریکی ..... ۴۵
شکل ۳-۶: بازه کوانتوم تشعشعی ائوملانین به صورت تصویر دوبعدی رنگی ..... ۴۵
شکل ۳-۷: الف) طیف تحریکی ائوملانین ..... ۴۶
شکل ۳-۸: ۳۶ عکس از ۱۸ نفر با رنگ عنبیه‌های مختلف ..... ۴۹
شکل ۳-۹: نمودار بلوکی روش پیشنهادی جهت استخراج ویژگی ..... ۵۰
شکل ۳-۱۰: توصیف بردار شعاعی ..... ۵۲
شکل ۳-۱۱: دوران عنبیه در مختصات قطبی و انتقال آن در مختصات کارتزین ..... ۵۳
شکل ۳-۱۲: توصیف تابع تکیه‌ای ..... ۵۴
شکل ۳-۱۳: توصیف تابع تانژانت زاویه‌ای ..... ۵۵
شکل ۳-۱۴: ساختار حل مسالهٔ سیستم معکوس ..... ۵۸
شکل ۳-۱۵: دامنه خروجی فیلتر تیخونف به ازای $\sigma_i^2$ و $\lambda$ های مختلف ..... ۶۰
شکل ۳-۱۶: اعمال فیلتر لگاریتم و تیخونف بر روی نمونه عکس عنبیه ..... ۶۱
شکل ۳-۱۷: هیستوگرام تصویر فیلتر شده و برازش گوسی بر روی نمودار هیستوگرام ..... ۶۳

شکل ۳-۱۸: نمایش بلوک‌دیاگرامی استخراج شکل‌های دودویی از تصویر عنبیه ۶۴
شکل ۳-۱۹: نحوه چینش امضاءهای بدست آمده از آنالیز شکل عنبیه ۶۵
شکل ۳-۲۰: نتایج بازشناسی برای دو حوزه بانک‌داده UBIRIS و CASIA ۶۸
شکل ۳-۲۱: ۱۰ نمونه تصویر نویز دار از UTIRIS و عوامل نویزی در آنها ۶۹
شکل ۳-۲۲: نتایج بازشناسی بر روی بانک‌داده UTIRIS ۷۰
شکل ۳-۲۳: توزیع احتمال فاصله همینگ عنبیه‌های همگن و ناهمگن UTIRIS ۷۲
شکل ۴-۱: تقسیم‌بندی رنگی سلسله مراتبی یک نمونه تصویر عنبیه رنگی ۷۶
شکل ۴-۲: آناتومی ماهیچه‌های حلقوی و شعاعی عنبیه چشم ۷۷
شکل ۴-۳: روند سلسله‌مراتبی جهت تقسیم‌بندی نواحی عنبیه ۷۸
شکل ۴-۴: ساختار درخت تصمیم‌گیری طراحی شده بر اساس داده‌های آموزش ۷۹
شکل ۴-۵: الف) شکافت خطی، خطی مورب و تکه‌تکه خطی ۸۰
شکل ۴-۶: گونه‌های مختلف رده‌بندی ۸۳
شکل ۴-۷: عملکرد الگوریتم Farthest-First Traversal ۸۵
شکل ۴-۸: خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی تصحیح شده توسط روش داسگوپتا ۸۶
شکل ۴-۹: جایگاه داده‌های بیومتریک در طبقه‌بندی سلسله مراتبی ۸۸
شکل ۴-۱۰: تصمیم‌گیری درختی برای طبقه‌بندی داده بانک عنبیه ۸۹
شکل ۴-۱۱: دو کلاس متفاوت و چگونگی پراکندگی درونی و خارجی ۹۱
شکل ۴-۱۲: ۱۰ رده انتخابی از ویژگی‌های بدست آمده از بانک‌داده ی-بی-آیریس ۹۵
شکل ۴-۱۳: درخت ایجاد شده برای ۱۰ رده از بانک‌داده ۹۶

# فهرست جدول‌ها

**عنوان ..... صفحه**

جدول ۱-۱: پیدایش اولین سیستم استاندارد برای انواع سیستم‌های بیومتریک شناخته شده..... ۴
جدول ۱-۲: اصطلاحات بیومتریک و معنی آن‌ها..... ۷
جدول ۱-۳: طیف‌های رنگی مختلف عنبیه در نژادهای مختلف و خصوصیات آن‌ها..... ۱۰
جدول ۲-۱: داده‌های آماری عوامل مخدوش‌کنندگی بانک‌داده یو-بی-آیریس..... ۲۰
جدول ۲-۲: نحوهٔ توزیع شدت خاکستری در نواحی مختلف چشم..... ۲۴
جدول ۲-۳: نحوهٔ توزیع ۰ و ۱ در تصویر دودویی شدهٔ Hue..... ۲۵
جدول ۲-۴: نتایج جداسازی روش پیشنهادی و روش‌های مختلف بر روی بانک‌داده UBIRIS..... ۳۰
جدول ۲-۵: نتایج جداسازی روش پیشنهادی بر روی بانک‌داده UPOL..... ۳۱
جدول ۳-۱: تشکیل ماتریس هم-اتفاقی برای رنگ‌های مختلف عنبیه برای بانک‌داده یو-بی-آیریس ۳۷
جدول ۳-۲: ویژگی‌های استخراج شده از ماتریس هم-اتفاقی..... ۳۹
جدول ۳-۳: حالات مختلف برای انتخاب تعداد داده‌های آموزش و آزمایش..... ۳۹
جدول ۳-۴: بانک‌داده UTIRIS و توضیحات آن..... ۴۸
جدول ۳-۵: مقایسه هزینه امضاء استخراج شده و زمان محاسباتی..... ۶۶
جدول ۳-۶: نتایج بازشناسی روش تحلیل شکل بر روی دو بانک‌داده UBIRIS و CASIA..... ۶۷
جدول ۴-۱: نتایج آزمایش روش طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی بر روی ۱۰ رده از بانک‌داده UBIRIS..... ۹۶
جدول ۵-۱: مزایا و معایب روش‌های پیاده‌سازی و مطالعه شده..... ۱۰۱


فصل اول
مقدمه

# ۱ مقدمه

## ۱-۱ تاریخچه و انواع روش‌های موجود در علم بیومتریک[1]

«بیومتریک» یک کلمه یونانی است که از دو کلمه «بیو[2]» و ««متریک[3]» که به ترتیب به معنای «حیات» و «اندازه داشتن» هستند، تشکیل شده است. سیستم‌های خودکار بیومتریک در چند دهۀ اخیر از طریق پیشرفت‌های قابل‌توجه در پردازش رایانه‌ای پیاده‌سازی شده‌اند که ایدۀ اصلی بیشتر این سیستم‌ها در چند صد سال و حتی چندین هزار سال پیش پایه‌گذاری شده است [۱]. یکی از قدیمی‌ترین و اصلی‌ترین مشخصه‌های «بازشناخت[4]» توسط انسان، چهره یا همان صورت است که از آغاز تمدن بشری، انسان‌ها از این مشخصه برای یادآوری همنوعان خود استفاده می‌کردند. این روش ساده با افزایش جمعیت دچار چالش‌های زیادی شد و مفهوم تشخیص فرد-به-فرد با علائم دیگر بیومتریک از قبیل حرکات رفتاری و صدای گوینده تلفیق شده و معنای عمیق‌تری به خود گرفت. مشخصه‌های دیگری نیز از همان آغاز تمدن بشری به عنوان یک مشخصۀ منحصر بفرد مورد استفاده برای تشخیص قرار می‌گرفته است که چند مثال از آنها عبارتند از:

- دانشمندان در غاری که مربوط به ۳۲ هزار سال پیش می‌شد، تصاویری از نقاشی بر روی دیواره ها پیدا کردند که توسط انسان‌های ماقبل تاریخ کشیده شده بودند. دور این نقاشی‌ها شمار بسیار زیادی اثر انگشت[5] به چشم می‌خورد که همگی مربوط به یک فرد بوده و نشان از امضاء پدید آورندۀ آن داشت [۲].
- همچنین شواهدی از استفاده از اثر انگشت در پانصد سال قبل از میلاد به چشم می‌خورد که افراد تاجر به عنوان امضاء و علامت مشخصۀ خود بر روی کالاهایشان ثبت می‌کردند [۳].
- Joao de Barros نویسنده و محقق اسپانیایی نوشته است که بازرگانان اولیه چینی از اثر

[1] Biometrics
[2] Bio
[3] Metric
[4] Recognition
[5] Fingerprint

انگشت خود جهت انعقاد معاملات تجاری استفاده می‌کردند.

- در تاریخ مصر، تاجران معتمد با استفاده از مشخصه‌های فیزیکی بدنشان تشخیص داده می‌شدند تا از بین افراد غیرمعتمد شناسایی شوند [۴].

در اواسط قرن ۱۸ با توجه به گسترش و ازدیاد شهرها به خاطر انقلاب صنعتی و رشد محصولات کشاورزی ، نیاز مبرم به شناسایی جهت تشخیص هویت افراد دیده می‌شد. بازرگانان و نویسندگان با انبوه جمعیت سیار و خطر سوء استفاده از تولیدات و حق چاپ خود مواجه شدند. مراجع قضایی آن زمان برای اولین بار به تشخیص هویت از روی علائم بیومتریک روی آوردند. در این راستا برای اولین بار از « سیستم برتیلن[1]» برای ثبت مشخصه‌های فیزیکی بدن در فرانسه استفاده شد. علائمی از قبیل اندازهٔ قد، وزن، دست و پا از جمله مشخصه‌هایی بودند که بر روی کارت‌های مرتب شده‌ای ثبت می‌شدند؛ این سیستم به «آنتروپومتریک[2]» معروف شد. در اواخر همان قرن، از مشخصهٔ اثر انگشت در اداره پلیس استفاده شد. این سیستم در آمریکای جنوبی، آسیا و اروپا پدید آمد و بعد ها در جهت مرتب‌سازی اثر انگشت بر اساس الگو و شیارهای موجود برای باز خوانی آن، سیستمی همانند سیستم برتیلن گسترش یافت، با این تفاوت که سیستم برتیلن با اعداد و ارقام سرکار داشت. اولین سیستم مقاوم برای اثر انگشت در کشور هند توسط «عزیز الحق[3]» برای سازمان بازرسی عمومی پلیس «هنری ادوارد[4]»، در شهر بنگال راه‌اندازی شد که بعد ها به «سیستم هنری[5]» معروف شد، در حال حاضر نیز از آن به عنوان یک سیستم موفق برای تشخیص اثر انگشت استفاده می‌کنند [۵].

سیستم‌های بیومتریک با عملکرد صحیح در اواخر نیمه دوم قرن بیستم، هم‌زمان با پیشرفت پردازش‌گرهای رایانه‌ای پدید آمدند. تولد اولین سیستم در سال ۱۹۹۰ میلادی صورت گرفت و بعد از آن در حوالی سال ۲۰۰۰ میلادی پوششی همه‌گیر یافتند. جدول ۱-۱ پیدایش اولین سیستم استاندارد برای تمامی انواع سیستم‌های بیومتریک شناخته شده را نشان می‌دهد.

---

[1] Bertillon System
[2] Anthropometrics
[3] Azizul Haque
[4] Henry Edward
[5] Henry System

**جدول ۱-۱: پیدایش اولین سیستم استاندارد برای انواع سیستم‌های بیومتریک شناخته شده**

| نوع سیستم بیومتریک | سال پیدایش | توضیحات | توسط |
|---|---|---|---|
| عمومی | ۱۸۷۰ | گسترش آنتروپومتریک جهت تشخیص هویت فرد | برتیلن (Betillon) |
| صورت | ۱۹۶۰ | سیستم نیمه اتوماتیک بازشناخت صورت برای اولین بار | وودرو Woodrow W. Bledsoe |
| اثر انگشت | ۱۸۹۲ | چهار سال بعد «هنری» اولین سیستم کلاس‌بندی را گسترش داد | گالتن Sir Francis Galton |
| هندسه دست | ۱۹۷۴ | اولین سیستم تجاری ارائه شد | کمپانی IR (Ingersoll Rand) |
| عنبیه | ۱۹۳۶ | مفهوم اولیه استفاده از الگوی عنبیه برای تشخیص هویت ارائه شد | فرانک بورخ (چشم پزشک) Frank Burch (Ophthalmologist) |
| کف دست | ۱۸۵۸ | اولین سیستم تصویر برداری کف دست جهت تشخیص هویت ثبت شد | ویلیام هرسچل Sir William Herschel |
| امضاء | ۱۹۶۵ | تحقیق اولیه سیستم اتوماتیک بازشناخت امضاء شروع شد | ماسری A. J. Mauceri |
| صحبت | ۱۹۶۰ | اولین مدل صوتی گفتاری پدید آمد | پروفسور سوئدی، گونار فانت A Swedish Professor, Gunnar Fant |
| مجرایی و رگی | ۲۰۰۰ | اولین مقاله در شرح اینکه الگوی رگ می‌تواند به عنوان بازشناسی مورد استفاده قرار بگیرد، ارائه شد | Sang-Kyun Im, Hyung-Man Park, Young-Woo Kim, Sang-Chan Han, Soo-Won Kim and Chul-Hee Kang |

## ۱-۲ مروری بر علم بیومتریک

### ۱-۲-۱ مقدمه

بیومتریک یک کلمه عامیانه است که برای شرح یک مشخصه و یا روندی خاص استفاده می‌شود. به عنوان یک مشخصه، زمانی اطلاق می‌شود که برای اندازه‌گیری مشخصهٔ زیستی (آناتومی و فیزیکی) و یا رفتاری برای بازشناسی بکار گرفته شود. به عنوان یک روند نیز زمانی استفاده می‌شود که به عنوان روش‌های خودکار بازشناسی مشخصه‌های منحصر بفرد زیستی قابل اندازه‌گیری (کالبدشناسی و فیزیولوژیکی) و مشخصه‌های رفتاری اطلاق شود.

سیستم‌های بیومتریک در چند سال اخیر به دلیل قابلیت و توانایی پوشش بالا مورد استفادهٔ

عمومی قرار گرفته‌اند و این در حالی است که تحقیق و آزمایش بر روی آن‌ها از چند دهۀ قبل آغاز شده است. به عنوان مثال دولت ایالات متحده استفادۀ چشم‌گیری از این سیستم‌ها در سازمان‌های دولتی خود کرده است. از این سیستم‌ها می‌توان از جمله به سیستم خودکار بازشناسی اثر انگشت سازمان اف-بی-آی[1]، ثبت مسافران و برنامه یو-اس-ویزیت[2] نام برد. همچنین خیلی از کمپانی‌ها از جمله دنیای والت دیزنی چندین سال است که سیستم‌های بیومتریک را بر روی بلیط‌های فصلی خود اجرا نموده تا زمان عبور و مرور را کنترل و کاهش داده و مطمئن شوند که هر بلیط صادر شده فقط توسط یک نفر ثبت شده به کار خواهد رفت. یک سیستم بیومتریک معمولی از پنج جزء ترکیبی جهت شناسایی تشکیل شده است:

۱- استفاده از حسگری[3] جهت گردآوری داده و تبدیل آن به اطلاعات عددی[4]

۲- پیاده‌سازی الگوریتم پردازش سیگنال جهت کنترل کیفیت و آماده‌سازی یک قالب بیومتریک

۳- جزء حافظه‌ای جهت نگه‌داری داده و مقایسه با قالب‌های بیومتریکی جدید

۴- یک الگوریتم تطبیق که قالب بیومتریک جدید را با یک و یا چندین قالب بیومتریک نگه‌داری شده در حافظه مقایسه کند

۵- در نهایت، یک فرآیند انتخاب (چه خودکار و یا کمک-انسانی[5]) که توسط نتایج تطبیق بدست می‌آید، در این مرحله در مورد وضعیت دادۀ جدید تصمیم‌گیری می‌شود.

## ۱-۲-۲روش‌های آماری و آزمایش داده‌های بیومتریک

صحت و دقت یک سیستم بیومتریک توسط چندین آزمایش متوالی بررسی می‌شود. اولین مرحله، تشخیص درستی الگوریتم تطبیق (ارزیابی فنی) بوده و سپس تشخیص کارایی در یک محیط ساختگی (ارزیابی سناریو[6]) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و در ادامه «آزمایش زنده‌بودن[7]» در محل

[1] FBI
[2] US-VISIT
[3] Sensor
[4] Digital
[5] Hueman-Assisted
[6] Scenario Evaluation
[7] Living Testing

نمونه‌برداری، قبل از هرگونه عملیات پردازشی، صورت می‌گیرد. هریک از ارزیابی‌های یاد شده در نوع خود هدف‌های مختلف و پردازش‌های خاص خود را به همراه دارند.

اصطلاحات بیومتریکی از قبیل «تشخیص و یا بازشناخت[1]» ، «بازبینی و یا تأیید[2]» و همچنین «شناسایی و یا تأیید هویت[3]» از جمله کلماتی هستند که گاه و بی‌گاه به طور تصادفی بکار برده می‌شوند که نه تنها باعث سردرگمی بلکه دچار اشتباه نیز می‌شوند، چرا که هر کدام معنی متفاوتی دارند. جدول ۱-۲ معنی هر کدام از اصطلاحات را نشان می‌دهد. بدلیل این مغایرت‌ها روش‌های مختلف آماری برای هر کدام باید در نظر گرفته شود [۷]:

- تأیید

نرخ پذیرش غلط[4]: نمایانگر درصدی است که سیستم بیومتریک تحمل خطاهای بوجود آمده را دارد. این خطاها زمانی بوجود می آیند که مشخصه‌های شخصی اشتباهاً با شخصی دیگر در داده بانک منطبق می‌شود.

نرخ تأیید[5]: تعداد کسانی که تأیید می‌شوند.

- شناسایی مجموعه باز (لیست انتظار)

نرخ هشدار غلط[6]: درصد تعداد هشدارهای غلطی که شخص در داده بانک نباشد.

نرخ شناسایی و بازیابی[7]: میزان اشخاصی که باعث هشدار در داده بانک بیومتریک شده و احتمالاً در لیست انتظار باقی می‌مانند.

- شناسایی مجموعه بسته

نرخ شناسایی[8]: احتمال آنکه اشخاص در بانک‌داده بیومتریک به درستی شناسایی شوند.

با استفاده از هریک از تعاریف عنوان‌شده می‌توان قابلیت اطمینان عملکرد صحیح یک سیستم بیومتریک را مورد ارزیابی قرار داد و آنچه از سیستم‌ها انتظار می‌رود، خود باید تعریف شود.

---

[1] Recognition
[2] Verification
[3] Identification
[4] False Acceptence Rate (FAR)
[5] Verification Rate
[6] False Alarm Rate
[7] Detection and Identification Rate
[8] Identification Rate