

## آشکارسازی چهره با استفاده از درخت تصمیم‌گیری

سید علیرضا تقویان<sup>۱</sup>، مهدی محرابی<sup>۲</sup>، ملیحه ثابتی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول، دزفول، ایران، T.yasuj@yahoo.com

<sup>۲</sup> گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز mhdmehrabi@gmail.com

<sup>۳</sup> گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

**چکیده:** آشکارسازی و تشخیص الگو امری است که در زندگی روزمره ما به وفور رخ می‌دهد. آشکارسازی چهره افراد، یکی از شاخه‌های تشخیص الگو است که به معنای یافتن چهره‌های موجود در تصویر می‌باشد. ایجاد یک سیستم آشکارساز چهره قدرتمند، یکی از بزرگترین چالش‌هاست که در سال‌های اخیر مورد توجه محققان مختلف قرار گرفته است. یک سیستم آشکارسازی چهره می‌تواند در بسیاری از مکان‌ها از قبیل بانک‌ها، محیط‌های نظامی، و دیگر مکان‌ها، بمنظور بکارگیری در سیستم‌های امنیتی مورد استفاده قرار گیرد. در این مقاله، با بهره‌گیری از درخت تصمیم‌گیری که یک از الگوریتم‌های هوش مصنوعی است، روش جدیدی بمنظور آشکارسازی ارائه شده است که ویژگی‌های چهره را به خوبی نمایش می‌دهد.

**واژگان کلیدی:** افزایش دقت، استخراج ویژگی، آشکارسازی چهره، پیش‌پردازش، دسته‌بندی، درخت تصمیم‌گیری

فیلترهای گابور و شبکه عصبی، روشی جدید و سریع را بمنظور آشکارسازی و تشخیص چهره انسان در تصاویر ثابت با سطوح خاکستری پیشنهاد دادند. در روش پیشنهادی آنها، ابتدا با استفاده از خاصیت ضرایب همبستگی یک پنجره حاوی یک چهره دلخواه، نواحی کاندیدای وجود چهره بطور تقریبی بدست آمده و سپس با توجه به انرژی فشرده‌سازی تبدیل کسینوسی گسسته دو بعدی جهت کاهش تعداد درایه‌های ماتریس ویژگی‌ها و سرعت پردازش آنها و ارجاع به بخش استخراج ویژگی‌های موجک‌های گابور و طبقه‌بندی‌کننده شبکه عصبی، آشکارسازی و تشخیص مکان چهره‌ها در تصاویر انجام شده است.

از طرفی، از بین روش‌های آشکارسازی چهره، بسیاری از آن‌ها از نمایش دیگری به غیر از نمایش تصویر اولیه استفاده می‌کنند. فیلتر گابور به طور گسترده‌ای در سیستم‌های آشکارساز چهره مورد استفاده قرار گرفته شده است [28,27]. همچنین، فیلترهای گاوسی [29] و نمایش گرادیان تصویر [30] برای این منظور به کار گرفته شده است. همچنین، نمایش دودویی چهره با استفاده از لبه‌یابوبل بمنظور آشکارسازی چهره استفاده شده است [26].

همچنین در [22] با بکارگیری یک شبکه عصبی، نواحی تصویر به چهره و غیر چهره دسته‌بندی شده‌اند. در [18] چهره‌های تمام‌رخ با استفاده از دسته‌بندی‌کننده چندجمله‌ای ماشین

### ۱- مقدمه

یکی از مهمترین موضوعات سال‌های اخیر، هوشمند شدن سیستم‌هاست [8]. تحقیقات زیادی در زمینه تکنیک‌های هوشمند انجام شده است. از جمله این مسائل می‌توان به آشکارسازی چهره [25,23]، تشخیص الگو [14]، تشخیص گفتار [16,11]، تشخیص کاراکترها [3,2,1]، تشخیص حروف مجزا، بیومتریک، داده‌کاوی [14]، زیست‌شناسی، تشخیص تقلب، DNA [13,6]، و غیره اشاره کرد.

تکنولوژی‌های متفاوتی از جمله درخت تصمیم‌گیری، ماشین بردار پشتیبان، Adaboost، منطق فازی، شبکه‌های عصبی، خوشه‌بندی، الگوریتم ژنتیک، مدل مخفی مارکوف، قانون بیزین، k نزدیکترین همسایگی و غیره در آشکارسازی الگوها کاربرد دارند.

امروزه با پیشرفت علوم رایانه، پیشرفت زیادی در زمینه اجرای الگوریتم‌های آشکارسازی الگو به کمک رایانه صورت گرفته است.

آشکارسازی چهره، شاخه‌ای از پردازش تصویر و تشخیص الگو بحساب می‌آید که در سال‌های اخیر مورد توجه فراوان پژوهشگران قرار گرفته است، به عنوان مثال شیرازی و همکارانش [5] با استفاده از تبدیل گسسته دو بعدی مبتنی بر

پیشنهاد شده می‌تواند به طور خودکار الگوهای ویژگی را پیدا کند که بیشترین ویژگی‌های چهره را دارند. با استفاده از الگوی ویژگی برای تشکیل یک آشکارساز چهره، روش پیشنهاد شده نسبت به دوران‌ها، نورپردازی و حالت‌های چهره ثابت است. نتایج عملی نشان می‌دهد که روش پیشنهاد شده کارایی قابل توجهی در پایگاه داده MIT-CMU داشته و کارایی قابل مقایسه‌ای در پایگاه داده BioID بر حسب نرخ آشکارسازی و مثبت کاذب دارد. در [21]، یک آشکارساز چهره که به منظور یافتن ویژگی‌های محلی مثل چشم‌ها و دهان، درون ناحیه تشخیص داده شده توسط روش تشخیص رنگ پوست جستجو می‌کند، پیشنهاد شده است. در این روش ویژگی‌های چهره بر این اساس یافت می‌شوند که ویژگی‌های محلی ناحیه تیره‌تری نسبت به بقیه ناحیه پوست چهره دارند. در نهایت مکان دقیق چهره توسط فواصل اقلیدسی بین ویژگی‌های بدست آمده از چهره اندازه‌گیری می‌شود.

یک رویکرد فازی سلسله مراتبی برای آشکارسازی چهره در تصاویر دو بعدی ارائه شده است [7]. این روش از دو مرحله تشکیل شده است: استخراج نواحی کاندید چهره و دور ریختن مثبت‌های کاذب. در مرحله اول با ترکیب اطلاعات شدت و لبه‌های تیز تصویر چهره، مدلی برای چهره در نظر گرفته می‌شود. برای غلبه بر مشکل تنوع در سیستم‌های عکاسی یک مدل فازی برای ویژگی‌های استخراج شده در نظر گرفته شده است. مدل فازی برای مدل کردن قسمت‌هایی که بیشترین معرفی از چهره را دارند (لب، چشم‌ها و پیشانی) تدارک دیده شده است. با به کارگیری مرحله اول روی تصویر ورودی، تعدادی ناحیه کاندید به عنوان چهره نتیجه خواهد شد. در بخش دوم از یک شبکه عصبی برای حذف مثبت‌های کاذب از لیست کاندیدهای چهره استفاده می‌شود. شبکه عصبی از تصاویر چهره و غیر چهره آموزش داده می‌شود. نتیجه آزمایشات بر روی تصاویر چهره در مناظر در هم ریخته بسیار امید بخش است. Yachida و دیگران با استفاده از تئوری فازی روشی برای آشکارسازی چهره‌ها در تصاویر رنگی پیشنهاد کرده‌اند [12]. آن‌ها از دو مدل فازی برای توصیف توزیع رنگ پوست و مو در فضای رنگ CIE XYZ استفاده کردند. از پنج مدل سایه سر (یکی تمام‌رخ و چهارتای دیگر از زوایای اطراف) برای نمایش ظاهر یک چهره در تصویر استفاده شده است.

باقیمانده این مقاله، ابه صورت زیر سازماندهی شده است: در بخش ۲ این مقاله، با بکارگیری به ارائه روش پیشنهادی خود بمنظور آشکارسازی چهره پرداخته‌ایم که هدف، افزایش دقت

بردار پشتیبان آشکارسازی شده‌اند و یا در [19] روشی بمنظور آشکارسازی چهره ارائه شده است که از دو شبکه عصبی، یکی برای آشکارسازی و دیگری برای تشخیص زاویه چهره استفاده شده است. همچنین در [20] از طبقه‌بندی‌کننده بیزین، و در [17] با کمک استخراج ویژگی‌های محلی مانند چشم‌ها، گوشه‌های دهان و نوع ساختار بینی از بلوک‌های تصویر و مقایسه آن با ویژگی‌های استخراج شده از یک چهره نوعی، و در [9] با استفاده از ویژگی‌های تبدیل موجک گابور و طبقه‌بندی‌کننده شبکه عصبی، آشکارسازی چهره انجام شده است.

هدف از آشکارسازی چهره در یک تصویر این است که تعیین شود آیا در این تصویر، چهره وجود دارد یا خیر [15, 25].

Zhang و همکارانش در سال 2010 [19] روشی بمنظور مکان‌یابی چهره بر مبنای مدل استخراج ویژگی شبکه و حرکات کوچک نوسانی چشم ارائه کردند. این الگوریتم بر روی روشنایی نقشه یا ناحیه مورد نظر همراه با یک شبکه شکیه مدل شده بر اساس سیستم بینایی بشر عمل می‌کند. در فاز اول، اسکنی از تصویر انجام می‌شود تا مکان چهره بر اساس فیلترهای مسئول فیلدهای پذیرنده، تشخیص داده شود. هر فیلد پذیرنده شامل تعدادی یاخته عصبی می‌باشد که توسط فیلترهای گاوسی که برای چرخش‌های خاص تنظیم شده‌اند، پیاده‌سازی شده است. فاز دوم، وضوح نقشه را توسط اسکن ناحیه تصویر با وضوحی بهتر برای مکان‌یابی چهره تصحیح می‌کند. نرخ خطا در مجموعه ۴۲۶ تصویر مورد آزمایش (۲۰۰ شیء از پایگاه داده FERET) برابر با ۴.۶۹ درصد گزارش شده است.

یک رویکرد data mining برای آشکارسازی چهره در [24] ارائه شده است. در این روش آشکارسازی چهره بر مبنای الگوریتم MAFIA می‌باشد. این روش دارای دو مرحله است: آموزش و آشکارسازی. در مرحله آموزش ابتدا از عملگر تشخیص لبه Sobel، عملگر ریخت‌شناسی و آستانه‌گیری برای هر تصویر آموزشی استفاده شده است و تصویر به یک تصویر لبه تبدیل شده است. سپس از الگوریتم MAFIA برای استخراج بیشترین الگوی تکرار از تصاویر لبه و بدست آوردن الگوی ویژگی مثبت استفاده می‌شود. به طور مشابه می‌توان الگوی منفی ویژگی را از مکمل تصاویر لبه بدست آورد. بر مبنای الگوهای ویژگی استخراج شده، آشکارساز چهره‌ای برای هرس کردن کاندیدهای غیرچهره ساخته شده است. در مرحله آشکارسازی چهره از یک پنجره لغزان برای بررسی تصویر در مقیاس‌های مختلف استفاده شده است. برای هر پنجره لغزان اگر پنجره لغزان آشکارساز چهره را بگذراند به عنوان چهره انسان در نظر گرفته می‌شود. روش

## ۲-۲- استخراج ویژگی

از آنجاییکه در هر الگو، تعداد بسیار زیادی ویژگی وجود دارد که می‌تواند سبب تفکیک آن الگو از دیگر الگوهای متفاوت شود، لذا استفاده از روش‌های استخراج ویژگی ضروری است. مساله استخراج ویژگی، استخراج یک زیرمجموعه بهینه از ویژگی‌ها از بین تمام ویژگی‌هایی است که در یک الگو وجود دارد. هدف از استخراج ویژگی، افزایش سرعت، بهره‌وری و کارایی مساله می‌باشد، چرا که بسیاری از ویژگی‌ها در تفکیک کلاس یک الگو از دیگر الگوها کارایی ندارند و فقط تعدادی از آن ویژگی‌ها موثرند. واضح است که هدف از استخراج ویژگی در آشکارسازی چهره، یافتن مشخصات ویژه‌ای از چهره می‌باشد که آن را از دیگر اشیاء (غیر چهره) متمایز می‌کند. این ویژگی‌ها باید در بین تمام نمونه‌های چهره یکسان بوده اما برای سایر اشیاء متفاوت باشند. در حالت کلی، ویژگی مطلوب بایستی دارای سه خاصیت تمایز، سرعت استخراج و تغییرناپذیری باشد.

بکارگیری تکنیک پنجره لغزان در اندازه‌های مختلف و حرکت آن بر روی تصاویر، ابزار بسیار مناسبی بود که در قسمت استخراج ویژگی از آن استفاده کردیم. تکنیک پنجره لغزان، یک چهارضلعی با ابعاد خاص بوده که بر روی تصویر حرکت داده می‌شود تا همه قسمت‌های ممکن در تصویر را پیمایش کند، ضمناً ابعاد این پنجره قابل تغییر می‌باشد، بگونه‌ای که با ابعاد کوچک شروع شده و در طول اجرای برنامه ابعاد آن بزرگتر شده تا جایی که نهایتاً سایز این پنجره، کل تصویر و تمام پیکسل‌های آن را در بر می‌گیرد. پنجره لغزان مورد استفاده در این تحقیق، از سایز  $20 \times 20$  شروع گردید و هر بار ۱۰ واحد به آن اضافه می‌شد تا نهایتاً کل تصویر را در بر بگیرد. لازم به ذکر است که این پنجره یک ابزار بمنظور استخراج ویژگی بوده که پیکسل‌های تصویر را چک می‌نماید. مجموعه ویژگی‌هایی که ما هر بار به کمک پنجره لغزان بر روی تصاویر چک کردیم از این قرار بودند: از آنجاییکه در ناحیه صورت، چشم‌ها با پیکسل مشکی و بین دو چشم با پیکسل سفید نشان داده می‌شوند، لذا ما این مورد را که در شکل (۱) نشان داده شده است به عنوان مدل خود در نظر گرفتیم و اولین مجموعه ویژگی خود را بر اساس این مدل از روی تصاویر استخراج نمودیم. برای استخراج این ویژگی، ما از روش پنجره لغزان استفاده کردیم که از سایز  $20 \times 20$  شروع می‌شد و با هر بار پیمایش تصویر تا آخر، سایز آن ۱۰ واحد بزرگتر می‌شد، تا جایی که کل تصویر را در بر بگیرد. لازم به ذکر است که در هر بار چک کردن پیکسل‌های تصویر توسط پنجره لغزان در صورتی که پیکسل‌های موجود در پنجره لغزان با مدل ارائه شده مشابه

آشکارسازی بوده است. و در بخش ۳ نتایج شبیه‌سازی مدل پیشنهادی آورده شده و نهایتاً در بخش ۴، نتیجه‌گیری کرده‌ایم.

## ۲-۲-۱ مدل پیشنهادی

ما در این بخش از کار خود، به ارائه روش پیشنهادیمان بمنظور آشکارسازی چهره پرداخته‌ایم، و هدفمان دستیابی به یک مدل با دقت بالا بوده است، لذا برای دستیابی به این هدف، ابتدا پردازش‌های لازم را بر روی تصاویر انجام دادیم، سپس بهترین ویژگی‌های مورد نیاز بمنظور آشکارسازی را از روی تصاویر استخراج کردیم و نهایتاً بمنظور جداسازی تصاویر چهره از تصاویر غیر چهره از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان استفاده نمودیم. لازم به ذکر است که ابتدا سیستم (ماشین) را آموزش دادیم تا یاد بگیرد و سپس آن را در معرض آزمایش قرار دادیم، که این آموزش ماشین بر اساس استخراج ویژگی‌های مناسب از روی تصاویر انجام گرفت.

در این بخش، روش آشکارسازی چهره پیشنهاد شده توضیح داده می‌شود. سیستم آشکارسازی چهره پیشنهادی ما، از ۳ مرحله استاندارد پیش‌پردازش، استخراج ویژگی، و طبقه‌بندی تشکیل شده است. ما بمنظور پیاده‌سازی هر مرحله، عملیات مختلفی انجام داده‌ایم که برای هر کدام از این عملیات یک تابع در نرم‌افزار متلب نوشته شده است. در ادامه به بررسی روند پیاده‌سازی روش پیشنهادی‌مان پرداخته‌ایم.

## ۲-۱-۱ پیش‌پردازش

پیش‌پردازش، اولین مرحله آشکارسازی چهره می‌باشد. هدف از بخش پیش‌پردازش، کلیه عملیات‌هایی است که موجب بهبود کیفیت تصاویر می‌شود و می‌تواند نقش بسزایی در تمایز الگوها در فضای ویژگی داشته باشد. تصاویر ممکن است به یکی از حالت‌های رنگی، سطح خاکستری، دودویی (باینری) و دیگر حالات باشند. در حالت کلی روش‌های آشکارسازی چهره را از دیدگاه پردازشی می‌توان به دو دسته تقسیم‌بندی نمود: دسته اول، روش‌هایی که مستقیماً بر روی تصاویر سطح خاکستری اعمال می‌شوند که عیب اینگونه روش‌ها این است که در برابر تغییرات نورپردازی محیط از مقاومت کمی برخوردارند، و دسته دوم روش‌هایی که بر روی تصاویر باینری (دودویی) انجام می‌شوند. لازم به ذکر است که در این پروژه، تمام تصاویر چهره (سطح خاکستری) به تصاویر دودویی تبدیل شدند، سپس دیگر مراحل آشکارسازی بر روی آنها انجام پذیرفت.

ایجاد می‌نمایند که در دسته‌بندی داده‌ها یا نمونه‌های آماری مشابه استفاده می‌شود. ما در این بخش از کارمان از درخت تصمیم ID3 بمنظور طبقه‌بندی استفاده کردیم.

۳- پیاده‌سازی آزمایشات و شبیه‌سازی  
ما برای پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج تحقیقات خود، نرم‌افزار MATLAB را بکار گرفتیم، بگونه‌ای که ابتدا با تعداد ۱۰۰۰ تصویر چهره و تعداد ۲۰۰۰ تصویر غیر چهره به آموزش ماشین پرداختیم. سپس با استفاده از پایگاه داده تصاویر ORL به آزمایش سیستم پرداختیم. پایگاه داده ORL یک بانک داده است که بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴ میلادی توسط موسسه AT&T تهیه شده است و شامل ۴۰۰ تصویر چهره با سایز ۱۱۲\*۹۲ می‌باشد که از ۴۰ نفر مختلف بدست آمده است. تصاویر این پایگاه داده، تغییراتی از قبیل شدت روشنایی، حالت‌های چهره (چشم‌ها باز و بسته، لب‌خند)، تصاویر با عینک و بدون عینک، مقیاس و فاصله و چرخش زاویه سر را شامل می‌شود [3]. نمونه‌هایی از تصاویر این پایگاه داده در شکل (۲) آمده است.



شکل (۲): نمونه‌هایی از تصاویر پایگاه داده ORL

دقت بدست آمده در روش پیشنهادی ما، ۹۵/۹ درصد بدست آمد، یعنی ماشین قادر به تشخیص ۹۵/۹ درصد از تصاویر چهره موجود در پایگاه داده ORL بود.

#### ۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله، روشی بمنظور آشکارسازی چهره ارائه شده است. مهمترین پارامتری که در این ارزیابی مد نظر ما بوده است، پارامتر دقت بوده است. برای دستیابی به اهداف ذکر شده، آزمایشات متعددی انجام دادیم و ویژگی‌های مختلفی را از تصاویر چهره استخراج نمودیم. تلاش ما در استخراج ویژگی، بر این بود تا ویژگی‌های مناسبی را مورد استفاده قرار دهیم. بهترین

بودند، آن پنجره به عنوان کاندید چهره در نظر گرفته می‌شد، و در غیر اینصورت آن پنجره حذف می‌گردید. به خاطر اینکه اندازه تصاویر ورودی متفاوت بودند، لذا با توجه به تغییر سایز پنجره لغزان در هر تصویر، هزاران پنجره بررسی می‌شد، و در نهایت از بین پنجره‌های کاندید بررسی شده، بهترین و شبیه‌ترین پنجره به چهره به عنوان چهره انتخاب می‌شد. همچنین به خاطر بهبود روند آشکارسازی، ما مجموعه ویژگی دیگری نیز از روی تصاویر استخراج نمودیم. ما در کنار استخراج ویژگی ذکر شده در بالا، از روش تبدیل گسسته کسینوسی (DCT) بمنظور بهبود آشکارسازی استفاده نمودیم تا نقاط حساس تصویر بهتر مشخص شوند.



شکل (۱): مجموعه ویژگی استخراج شده اول

#### ۲-۳- طبقه‌بندی

لازم به ذکر است که در این مرحله، بردار ویژگی‌های استخراج شده آماده ارجاع به دسته‌بندی می‌باشد. برای دسته‌بندی بردار ویژگی‌های بدست آمده به دو کلاس چهره و غیر چهره، دسته‌بندی‌های متعددی وجود دارد. از آنجاییکه طراحی یک طبقه‌بند قوی با قابلیت تعمیم بالا مشکل می‌باشد، در این مقاله از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان بمنظور آشکارسازی استفاده نمودیم.

درخت تصمیم‌گیری [8]، یکی از تکنیک‌های هوش مصنوعی می‌باشد. یک روش کارآمد و ویژه برای ایجاد دسته‌بندی‌ها از داده‌ها، تولید یک درخت تصمیم است. تعداد زیادی از الگوریتم‌های استقرایی درخت تصمیم که عمدتاً در یادگیری ماشین وجود دارند، روش‌های یادگیری نظارتی هستند که درختان تصمیم را از مجموعه نمونه‌های ورودی-خروجی ایجاد می‌کنند. یک سیستم نمونه آموزشی درخت تصمیم، استراتژی بالا به پایینی را به کار می‌برد که راه‌حلی در یک بخش از فضای جستجو را ایجاد می‌کند. این روش، تضمین می‌کند که یک درخت ساده، اما لزوماً نه ساده‌ترین درخت، یافت خواهد شد. یک درخت تصمیم شامل گره‌هایی است که شاخه‌های بیرونی یک گره، متناسب با تمام خروجی‌های ممکن از آزمون در گره است. درخت‌های تصمیم‌گیری انواع متفاوتی دارند که از جمله آنها می‌توان به ID3، اشاره کرد. این درخت‌ها با توجه به ویژگی‌های در نظر گرفته شده، از روی یک سری داده‌های آماری، درختی

- [17] Leung, T. K., Burl, M. C., Perona, P., "Finding faces in cluttered scenes using random labeled graph matching", Information Conference on Computer Vision, PP: 637-644, Cambridge, MA, 1995.
- [18] Osuna, E., "Support Vector Machines: Training and Applications", PhD Thesis, MIT, EE/CS Dept, Cambridge, MA 1998.
- [19] Rowley, H.A., Baluja, S., Kande, T., "Rotation invariant neural network-based face detection", Computer Science Technical Report, CMU-CS-97-201, CMU, Pittsburgh, 1997.
- [20] Schneiderman, H., Kande, T., "Probabilistic modeling of local appearance and spatial relationships for object recognition", IEEE Conference Vision and Pattern Recognition, PP: 45-51, Santa Barbara, 1998.
- [21] Singh, S., Chauhan, D., Vatsa, M., Singh, R., 2003, "A robust skin color based face detection algorithm", Tamkang Journal of Science and Engineering, vol. 6, no. 4, pp. 227-234.
- [22] Sung, K., "Learning and example for object and pattern recognition", PhD Thesis, MIT, AI Lab, Cambridge, MA, 1996.
- [23] Viola, P., Jones, M., 2001, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features", Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), vol. 1, pp: 511-518.
- [24] Wen-Kwang Tsao, Anthony J.T.Lee, Ying-Ho Liu, Ting-Wei Chang, Hsiu-Hui Lin. "A data mining approach to face detection" Pattern Recognition 43 (2010) 1039-1049.
- [25] Yang, M-H., Kriegman, D., Ahuja, N., 2002, "Detecting Faces in Images: A Survey, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI), vol. 24, no. 1, pp. 34-58.
- [26] W.K.Tsao, A.J.T.Lee, Y.H.Liu, T.W.Chang and H.H.Lin, "A data mining approach to face detection." Pattern Recognition. vol. 43. pp. 1039-1049. 2010.
- [27] L.Xiaohua, K.M.Lam, S.Lansun and Z.Jiliu, "Face detection using simplified Gabor features and hierarchical regions in a cascade of classifiers." Pattern Recognition Lett. vol. 30. pp. 717-728. 2009.
- [28] K.Hotta, "View independent face detection based on horizontal rectangular features and accuracy improvement using combination kernel of various sizes." Pattern Recognition. vol. 42. pp. 437-444. 2009.
- [29] J.Maynet, V.Popovici and J.P.Thiran "Face detection with boosted Gaussian features." Pattern Recognition. vol. 40. pp. 2283-2291. 2007.
- [30] L.L.Huang, A.Shimizu, Y.Hagihara and H.Kobatake, "Gradient feature extraction for classification-based face detection." Pattern Recognition. vol. 36. pp. 2501-2511. 2003.

دقت ارزیابی شده با استفاده از مدل پیشنهادی ما، بر روی پایگاه داده ORL، ۹۵/۹ درصد بدست آمد که این نتیجه با بکارگیری درخت تصمیم‌گیری حاصل شد.

## مراجع

- [۱] ابراهیم‌پور، ر.، اسمخانی، ع.، شمس اسفندآبادی، م.، مشهدی جعفرلو، ف.، ۲۳-۲۱ اردیبهشت ۱۳۸۹، "بازشناسی ارقام دست‌نویس فارسی با استفاده از ساختار اختلاط خیره‌ها"، هجدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ص. ۲۲۵۳-۲۲۴۸.
- [۲] اسدی، س.، ۱۳۷۷، "بازشناسی حروف فارسی با استفاده از شبکه عصبی چندجمله‌ای جداکننده"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- [۳] اختر حضرتی بی شک، کریم فائز، مرتضی حضرتی بی شک، "ارائه روشی جدید بر مبنای CAL-EC برای انتخاب ویژگی در سیستم‌های شناسایی چهره"، دومین کنفرانس محاسبات نرم و فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر، ۱۸ اسفند ۱۳۹۰.
- [۴] رضوی، م.، کبیری، ا.، ۱۳۷۶، "خواندن اتوماتیک فرم‌های انتخاب درس"، سومین کنفرانس بین‌المللی سالانه انجمن کامپیوتر ایران، ص. ۶۴ تا ۶۹.
- [۵] شیرازی، ب.، مرتضوی، س.، حسینی، ح. ر.، ۳۱-۲۹ مردادماه ۱۳۹۲، "تشخیص چهره انسان با استفاده از تبدیل کسینوسی گسسته دو بعدی مبتنی بر فیلترهای گابور و شبکه عصبی"، پنجمین کنفرانس مهندسی برق و الکترونیک ایران، دانشگاه آزاد اسلامی گناباد، ICEEE2013.
- [۶] واحدی، م.، علوی مجد، ح.، محرابی، ی.، نقوی، ب.، ۱۳۸۸، "بکارگیری خوشه‌بندی فازی در ریز آرایه DNA"، مجله پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، سال چهاردهم، شماره ۶، ص. ۲۹۴-۲۸۸.
- [7] Ahmadyfard, A., Yousefi, B., Mirhassani, M., "A Hierarchical Fuzzy Based Approach for Face Detection", IEEE, 2008.
- [8] Alpaydin, E., "Introduction to Machine learning", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts London, England, 2004.
- [9] Avinash Kaushal, JpsRina, "Face detection using neural network & gabor wavelet transform", IJCSTVOL. 1, ISSUE, September 2010.
- [10] Burges, C. J. C., 1998, "A tutorial on support vector machine for pattern recognition", Data Mining and Knowledge Discovery, Vol. 2, PP: 121-167.
- [11] Campbell, W.M., Campbell, J.P., Reynolds, D.A., Singer, E., Torres-Carrasquillo, P., 2006, "Support vector machines for speaker and language recognition", Comput. Speech Lang. 20 (2-3), PP: 210-229.
- [12] Campos, T. E., Isabelle Bloch, R. M., Cesar Jr, "Feature Selection Based on Fuzzy Distances Between Clusters: First Results on Simulated Data", Second International Conference on Advances in Pattern Recognition, Rio de Janeiro, Brazil, March, 2001.
- [13] Damasevicius, R., 2010, "Optimization of SVM parameters for recognition of regulatory DNA sequences", Springer, ORIGINAL PAPER, TOP(2010), Vol. 18, PP: 339-353, DOI: 10. 1007/s11750-010-0152-x.
- [14] David, Z., Fengxi, S., Yong X., Zhizhen Liang, "Advanced Pattern Recognition technologies with Applications to Biometrics", IGI Global Press, 2009, pp. 30-59.
- [15] Hjelmas, E., Low, B., 2001, "Face detection: A survey", Computer Vision and Image Understanding (CVIU), vol. 83, no. 3, pp. 238-274.
- [16] Kinnunen, T., Saastamoinen, J., Hautamaki, V., Vinni, M., Franti, P., 2009, "Comparative evaluation of maximum a posteriori vector quantization and Gaussian mixture models in speaker verification", Pattern Recognition Lett. 30(4), PP:341-347.