بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

بازشناسی چهره با تعداد نمونه های کم از هر فرد

نگارش

معصوم نظری

استاد راهنما : دکتر رضا ابراهیم پور

پایان نامه برای کسب درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق - الکترونیک

آبان ماه 1389

باسمه تعالی

تعهدنامه اثر اصالت

اینجانب **معصوم نظری** معتهد می شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه که حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آ نها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر گردیده است .این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارایه نشده است .در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی می باشد.

نام ونام خانوادگی دانشجو

معصوم نظری

امضاء

تهران- لویزان- کد پستی **16788** - صندوق پستی**163**- **16785** تلفن **22970060-9** (داخلی**2347**) نمابر**22970011** پست الکترونیکی **sru@sru.ac.ir**

تأییدیه هیأت داوران

تقدیم به

پدر و مادر

عزیزتر از جانم

از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر رضا ابراهیم پور که واقعا تا به این لحظه زحمات فراوانی را برایم کشیده اند نهایت تشکر و قدردانی را دارم و امیدوارم که با تلاش وکوششهایم بتوانم جزء اندکی از زحمات استاد گرانقدرم را جبران کنم.

چکیده

بازشناسی چهره در طی چند دهه‌ی اخیر به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است و همچنان نیز، یکی از زمینه‌های فعال در بینایی ماشین می‌باشد. بسیاری از سیستم‌های بازشناسی چهره وابسته به مجموعه تصاویر ذخیره شده از هر فرد هستند. کارائی اینگونه سیستم‌ها، وقتی تعداد نمونه‌های آموزشی کمی ذخیره می‌شود، به شدت کاهش می‌یابد. .

برای حل مشکل فوق روش زیرنمونه برداری برای افزایش داده‌های آموزشی ارائه شده است. در این روش، ابتدا پنجره به اندازه‌ی 2x2 انتخاب شده، ضمن حرکت دادن این پنجره روی تصویر، هر کدام از عنصرهای آن به ماتریس تصویر جدید داده می‌شود. بنابراین چهار تصویر جدید از تصویر اصلی با ربع اندازه‌ی تصویر اصلی بوجود می‌آید. هر کدام ازتصاویر تولید شده به طبقه‌بند پرسپترون های چند لایه داده شده، در آخر با روش های مختلف ترکیب، آنها را باهم ترکیب می‌کنیم که در بین آنها روش ترکیب میانگین وزن دار عملکرد بهتری از خود نشان می دهد. زیرا در حوزه آموزش طبقه بندی که بهتر آموزش می بیند وزن بیشتری می گیرد.

سپس برای استخراج ویژگیهای مفیدتر از یک نمونه‌ی آموزشی، بیان‌های مختلف تصویر چهره با فیلترهای گابور مختلف ساخته می‌شود. بنابراین ابتدا فیلترهای گابور با فرکانس یکسان و زوایای مختلف روی تصویر اصلی حرکت داده می‌شود تا چهار بیان متفاوت از تصویر بدست آید. هرکدام از این بیان‌ها، همراه با تصویر اصلی، با روش رای اکثریت بهبود یافته باهم ترکیب می‌شوند. روش رای اکثریت بهبود یافته همانند رای اکثریت عمل می‌کند ولی وقتی رای دو یا چند کلاس یکسان می‌شود، رای طبقه‌بند تصویر اصلی به عنوان رای نهائی انتخاب می‌شود. نتایج آزمایشات برتری روش پیشنهادی نشان می دهد و دلیل آن پوشش اکثر فضای ویژگی ورودی با استفاده از تولید بیان های جدید توسط فیلترهای گبور می باشد.

در گام آخر، برای غلبه بر مشکل تعداد نمونه‌ی کم، تصاویر مجازی با زوایای مختلف ساخته شده است. در این روش، ابتدا با تخمین ماتریس فاصله چهره، مدل سه بعدی تصویر چهره ساخته می‌شود. سپس با چرخش تصویر سه بعدی در زاویای مختلف، تصاویر مجازی با زوایای مختلف ساخته می‌شود. با زیاد کردن تعداد نمونه های آموزش توسط نمونه های مجازی تولید شده بدیهی است نرخ بازشناسی نیز افزایش خواهد یافت. به این دلیل که نمونه های مجازی در زوایای مختلف تولید شده است و سیستم بازشناسی ما نسبت به تغییرات زاویه مقاوم می شود.

کلمات کلیدی :بازشناسی چهره، تعداد نمونه‌ی کم، اختلاط خبره ها، چهره های ویژه، نمونه‌های مجازی

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه 1

1-1- مقدمه 2

2-1- مسئله ی بازشناسی چهره باتعداد نمونه ی کم از هر فرد 4

1-2-1- پیش زمینه 4
2-2-1- مشکلات بازشناسی چهره با تعداد نمونه ی کم آموزشی 5
3-2-1- اهمیت بازشناسی چهره باتعداد نمونه ی کم آموزشی 6

فصل دوم: روش های بازشناسی چهره 9

1-2- مقدمه 10

2-2- روشهای بر پایه ویژگیهای محلی تصویر 10

1-2-2- روش ویژگیهای هندسی 10
2-2-2- فاصله اقلیدسی 11
3-2-2- گراف خوشه ای کشسان 11

3-2- روشهای کل نگری به تصویر چهره 13

1-3-2-روش آنالیز مولفه های اساسی 13
1-1-3-2- تبدیل تصویر چهره به یک بردار 14
2-1-3-2- فضای چهره و فضای تصویر 14
3-1-3-2- چهره های ویژه 15
4-1-3-2- بدست آوردن مولفه های اساسی یک مجموعه 16
5-1-3-2- بازشناسی چهره با استفاده از آنالیز مولفه های اساسی 16
2-3-2-روش آنالیز مولفه های مستقل 17
1-2-3-2- ساختار اول 19
2-2-3-2- ساختار دوم آنالیز مولفه های مستقل 20
3-3-2- روش آنالیز تفکیک کننده خطی 21
4-3-2- ماشین های بردار پشتیبان 22

5-2- جمع بندی 23

فصل سوم: مروری بر بازشناسی چهره با تعداد نمونه ی کم آموزشی 24

3-1- مقدمه.....25

3-2- روشهای کلی نگر 27

3-2-1- بسط آنالیز مؤلفه های اصلی 27
3-2-1-1- الگوریتم آنالیز مولفه های اساسی با تصویرنگاشت شده 27
3-2-1-2 - الگوریتم آنالیز مؤلفه‌های اساسی دو بعدی.....29
3-2-1-3- مدل نویزی 30
3-2-3- افزایش مجموعه ی آموزش 31
3-2-4- ساخت بیان های جدید.....31
3-2-5-ساخت نمونه های جدید 32

3-3- روشهای محلی 34

3-3-1 - روشهای بر پایه ی ویژگیهای محلی.....34
3-3-2 - روشهای محلی بر مبنای ظاهر 35

3-3- روشهای ترکیبی 39

3-4- جمع بندی 40

فصل چهارم: روش های ارائه شده برای حل مسئله ی بازشناسی چهره با تعداد نمونه ی کم آموزشی 41

4-1- مقدمه.....42

4-2- ترکیب بین طبقه بند واستخراج کننده ی ویژگی برای تعداد نمونه ی کم آموزشی 43

4-2-1- بررسی انواع استخراج کننده های رایج.....44
4-2-1-1- تبدیل کسینوسی گسسته 44
4-2-1-2- تبدیل موجک گسسته 46
4-2-2- بررسی انواع کلاس بندهای رایج.....48
4-2-3- نتایج تجربی 48

4-3-روش مبتنی بر استفاده از تصاویر زیرنمونه برای بازشناسی چهره با تعداد نمونه ی کم آموزشی.....50

4-3-1- نتایج تجربی روش مبتنی بر استفاده از تصاویر زیر نمونه.....51

4-4- روش مبتنی بر استفاده از بیان های مختلف تصویر برای حل مسئله بازشناسی چهره با یک نمونه ی آموزشی از هر فرد.....53

4-4-1- فیلتر گابور.....53
4-4-2- روش پیشنهادی مبتنی بر استفاده از بیان های مختلف تصویر برای حل مسئله بازشناسی چهره با یک نمونه ی آموزشی از هر فرد.....55
4-4-2-1- استفاده از فیلترهای گابور برای تولید بیان های جدید از تصاویر چهره.....55
4-4-2-2- استفاده ازآنالیز مولفه های اساسی دوبعدی برای استخراج ویژگی.....56
4-4-2-3- طبقه بندی دردو مرحله.....56
4-4-1- نتایج تجربی روش مبتنی بر بیانهای مختلف تصویر.....57

4-5- تولید نمونه های مجازی با استفاده از تخمین مدل سه بعدی تصویر چهره.....59

4-5-1- تخمین ماتریس z.....61
4-5-1- نتایج تجربی روش مبتنی بر تولید نمونه‌های مجازی با استفاده از تخمین مدل سه‌بعدی با استفاده از تصویر روبروی چهره.....66

4-6- جمع بندی.....66

فصل پنجم: جمع بندی نهائی و کارهای آینده.....69

5-1- جمع بندی نهایی.....70

5-2- روش‌های پیشنهای برای کارهای آینده.....71

منابع:.....75

فهرست جدول ها

جدول 3- 1 خلاصه ی برخی از کارهای انجام شده در رابطه با محدودیت تعداد نمونه ی کم برای بازشناسی چهره 26
جدول 3- 2 مقایسه ی حساسیت ویژگیهای محلی و کلی نسبت به انواع تغییرات.....39
جدول 3- 3 مقایسه ی بین روشهای با تعداد نمونه ی آموزشی زیاد و کم 40

جدول 4- 1 درصد بازشناسی ترکیبهای مختلف از استخراج ویژگی و طبقه بندی.....49
جدول 4- 2 مقایسه روش پیشنهادی مبتنی بر استفاده از تصاویر زیرنمونه با روشهای رایج برای تعداد نمونه های آموزشی مختلف 52
جدول 4- 3 درصد بازشناسی فیلترهای گابور مختلف را، تصویر اصلی و روش پیشنهادی مبتنی بر بیان های مختلف تصویر با ستفاده از فیلتر گابور 59
جدول 4- 4 مقایسه روش پیشنهادی مبتنی با روشهای رایج در این زمینه 59
جدول 4- 5 مقایسه روش پیشنهادی مبتنی بر تولید نمونه های مجازی با استفاده از تخمین مدل سه بعدی با استفاده از تصویر روبروی چهره باآنالیز مولفه های اساسی 66
جدول 4- 6 مقایسه روش پیشنهادی مبتنی بر تولید نمونه های مجازی با استفاده از تخمین مدل سه بعدی با استفاده از تصویر روبروی چهره باآنالیز مولفه های اساسی دو بعدی 67

فهرست شکل‌ها

شکل 1- 1 میانگین نرخ بازشناسی حاصل از 10 بار آزمایش بر حسب تعداد نمونه های آموزشی 6

شکل 2- 1 تطبیق چهره با اشکال هندسی از روبرو و نیم رخ.....11
شکل 2- 2 نمایش طریقه گراف بندی چهره.....12
شکل 2- 3 نمایش یک گراف چهره که به هر گره آن یک جت نسبت داده شده 12
شکل 2- 4 سمت چپ یک گراف خوشه ای کشسان، و سمت راست یک ایده تطبیق دادن آن.....13
شکل 2- 5 نمایش چگونگی تبدیل تصویرچهره به بردار چهره 14
شکل 2- 6 یک فضای دو بعدی به همراه دو مولفه اساسی مجموعه نمونه ها. P1 و P2 دو بردار مولفه اساسی ...15
شکل 2- 7 تعدادی از تصاویر ویژهی بانک چهره ی ORL.....15
شکل 2- 8 نمایش یک چهره توسط چهره های ویژه 15
شکل 2- 9 نمایش طریقه تبدیل تصاویر به ماتریس 17
شکل 2- 10 ایده کلی روش تجزیه مولفه های مستقل 18
شکل 2- 11 ایده کلی ساختار اول تجزیه مولفه های مستقل.....19
شکل 2- 12 تعدادی از تصاویر پایه آنالیز مولفه های مستقل نوع اول برای مجموعه داده ORL 20
شکل 2- 13 ایده کلی ساختار دوم آنالیز مولفه های مستقل 20
شکل 2- 14 تعدادی از تصاویر پایه آنالیز مولفه های مستقل نوع دوم برای مجموعه ORL 21
شکل 2- 15 تعدادی از تصاویر پایه آنالیز جدا کننده خطی برای مجموعه ORL 22

شکل3- 1 الف)تصویر اصلی ب) نگاشت تصویر ج) تصویر ترکیب شده 29
شکل3- 2 ساخت تصاویر جدید با مدل نویزی 31
شکل3- 3 تصاویر مجازی اطراف تصویر واقعی (تصویر مرکزی).....34
شکل3- 4 مثالی از نقطه ی گوشه ی جهت دار 35
شکل3- 5 چهارچوب روش های بر مبنای ظاهر محلی.....36
شکل3- 6 انواع قالب های استفاده شده برای نواحی چهره توسط روشهای بر مبنای ظاهر محلی 36
شکل3- 7 مثالی از روش اسفاده از نگاشت خود سازمان‌دهنده برای بیان تصویر چهره 38

شکل 4- 1 64 تابع پایه برای یک بلوک 8×8.....45
شکل 4- 2 ترتیب پخش ضرایب تبدیل کسینوسی.....46
شکل 4- 3 چهار تصویر حاصل از خروجی تبدیل موجک دوبعدی 47
شکل 4- 4 تصویر اصلی به همراه تصاویر زیرنمونه 50
شکل 4- 5 شمای کلی روش پیشنهادی مبتنی بر استفاده از تصاویر زیرنمونه ۵۱
شکل 4- 6 فیلترهای گابور با زاویا و فرکانسهای مختلف 54
شکل 4- 7 نمایش گرافیکی تابع گابور:الف) قسمت حقیقی ب) قسمت موهومی 54

شکل 4- 8 الف) خروجی گابور ب) فیلتر گابور با $\left(\left(f = 0.165Hz, \quad \theta = 0.135^{\circ}, \quad \sigma_x, \sigma_y = 3\right)\right)$ ج) تصویر اصلی 55
شکل 4- 9 شمای کلی روش پیشنهادی مبتنی بر بیان‌های مختلف تصویر 57
شکل 4- 10 نمایش تصویر دو بعدی در فضای سه بعدی 60
شکل 4- 11 نحوهی فرو رفتگی کناره های چهره 61
شکل 4- 12 ایجاد فرورفتگی روی چهره بعد از پیشانی تا چانه 62
شکل 4- 13 برآمدگی نواحی گونه ها 63
شکل 4- 14 حالت گوسین فرورفتگی کناره های چهره نسبت به مرکز 63
شکل 4- 15 ماتریس فاصله ی تخمین زده شده برای بینی 64
شکل 4- 16 ماتریس فاصله ی تخمین زده شده برای کل چهره 64
شکل 4- 17 مدل سه بعدی تصویر بعد از افزودن ماتریس فاصله 65
شکل 4- 18 تصاویر مجازی تولید شده با روش پیشنهادی و با استفاده از تصویر روبرو (تصویر بالایی) 65

فصل اول

مقدمه

1-1- مقدمه

بازشناسی چهره در سالیان اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است تا بدانجا که بازشناسی چهره را به یکی از اصلی ترین زمینه های تحقیقاتی در بینایی ماشین، بازشناسی الگو و یادگیری ماشینی تبد یل کرده است.

بازشناسی چهره عبارت است از تشخیص افراد از میان دسته‌ای از تصاویر چهره است و عضوی از خانواده‌ی روش‌های زیستی[1] (از فبیل بازشناسی اثر انگشت، عنبیه و صوت) می‌باشد. در حالت کلی، روش‌های زیستی از خصوصیات فیزیکی فرد برای تعیین هویت آن استفاده می-کنند. به طور سنتی، از کلمات عبور و ارقام شناسائی شخصی برای تشخیص رسمی هویت افراد استفاده می‌شود. اما مشکل اصلی اینگونه روش‌ها این است که افراد دیگر نیز می‌توانند به این مشخصات دسترسی پیدا کنند و علاوه بر آن خود فرد نیز ممکن است این مشخصات را فراموش کند. با وجود اینگونه مشکلات، توسعه‌ی روش‌های زیستی راه‌حل های بسیار موثری را در زمینه‌ی تشخیص هویت افراد فراهم کردند. با استفاده از این روش‌ها خطر استفاده‌ی افراد دیگر از هویت فرد کاهش می‌یابد.

از جمله مشکلات سیستم‌های بازشناسی اثر انگشت، عنبیه و صوت نیاز اینگونه روش‌ها به تعامل فعال با افراد است. برای مثال در یک سیستم بازشناسی اثر انگشت، افراد بایستی انگشت خود را بر روی یک قطعه برای ثبت اثر انگست بفشارند. برای شناسائی عنبیه، افراد بایستی جلوی یک دستگاه اسکنر قرار بگیرند و همچنین برای بازشناسی صوت، فرد بایستی از طریق یک میکروفون صحبت کند.

یکی از فواید اصلی بازشناسی چهره این است که نیازی به تعامل فعال با فرد ندارد. به عنوان مثال افراد می‌توانند در مقابل یک دوربین چهره بایستند یا از مقابل آن عبور کنند. علاوه بر این، تصاویر چهره اطلاعاتی را در اختیار دارد که افراد دیگر نیز می‌توانند برای تشخیش هویت فرد استفاده کنند بدون اینکه نیازی یه یادگیری مهارت‌های خاص باشند. این خصوصیات برجسته‌ی ، باعث توجه ویژه محققان به بازشناسی چهره در مقابل روش‌های دیگر زیستی شده است. و در در کابردهای متنوعی از قبیل کنترل دسترسی افراد، شبکه‌های امنیتی، کنترل زمان خروج و ورود افراد، شناسائی مجرمان و کنترل خروج متهمان در فرودگاهها، و روباتیک و غیره

[1] Biometric Approaches

مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این خصوصیات برجسته، بازشناسی چهره مشکلات عدیده-ای را پیش رو می‌بیند.

تاکنون روشهای بسیار زیادی جهت بازشناسی چهره ارائه شده است که هر کدام دارای نقاط ضعف و قدرت مختص به خود می باشند. با وجود قدمت زیاد این زمینه و گستردگی روشهای ارائه شده، روشی که بتواند ادعا نماید در تمامی شرایط دشوار دارای کارکرد بهتری نسبت به بقیه روشها است، گزارش نشده است. همچنین آزمایشات انجام شده نشان می دهد، چهره هایی که روشهای مختلف در بازشناسی آنها دچار اشتباه می شوند، یکسان نیستند و ممکن است یک روش با کارایی بالا در قبال یک تصویر دچار اشتباه گردد، در صورتی که یک روش با کارایی پایینتر قادر به بازشناسی درست آن باشد. این مسئله از آنجا ناشی می شود که مجموعه داده هائی که برای بازشناسی تصاویر چهره بکار برده می شوند، هر کدام دارای مشخصات منحصر بفردی می باشند. مشخصاتی که بود یا نبودشان، ویژگیهای بارزی را به چهره ی افراد می دهد. می توان چنین بیان کرد که تصاویر مختلف در نورپردازی های گوناگون گرفته شده اند یا دوری ونزدیکی دوربین به فرد، داشتن یا عدم داشتن ریش یا سبیل، آرایش کردن یا نکردن، گذشت زمان، عینک داشتن یا نداشتن، حالات مختلف چهره (گریان، خندان، اخمو، ترسان وغیره)، تغییرات زاویه سر و غیره عوامل مهمی هستند که روشهای گوناگون را با مشکلاتی جدی مواجه کرده وآنها را در بازشناسی برخی چهره ها با مشکلی اساسی مواجه می کند.

تمرکز بسیاری از تحقیقات روی بهبود نرخ بازشناسی چهره معطوف شده است. ولی به نظر می‌رسد اکثر این تحقیقات، مشکل بالقوه‌ی آن را نادیده می‌گیرند، این مشکل ممکن است از خود مجموعه‌ی داده‌ی چهره باشد. جائی که به خاطر مشکلات جمع‌آوری، محدودیت حافظه و غیره، تنها یک نمونه‌ی آموزشی از هر فرد ذخیره شده است. در این شرایط بسیاری از سیستم-های کلاسیک کارائی خود را از دست می‌دهند. این مشکل، مسئله‌ی تعداد نمونه‌کم از هر فرد یا در حالت خاص آن، مسئله‌ی یک نمونه از هر فرد نامیده می‌شود. و به صورت زیر تعریف می-شود.

با داشتن یک نمونه‌ی از هر فرد در مجموعه‌ی داده، هدف شناسائی افراد ذخیره شده در زاویای مختلف، شدت روشنائی مختلف و غیره است. به خاطر کابردهای فراوان آن در محیط واقعی، این مسئله در سال‌های اخیر یکی از ناحیه‌های فعال بازشناسی چهره محسوب می‌شود. به همین خاطر روش‌های مختلفی برای حل این مشکل ارائه شده است که در ادامه‌ی این پایان نامه به جزئیات آنها پرداخته می‌شود.

در این پایان نامه به دنبال اهداف زیر هستیم:

- ✓ بررسی کارائی روش‌های استخراج ویژگی مختلف برای یافتن استخراج کننده‌ی ویژگی مناسب جهت حل مشکل بازشناسی چهره با تعداد نمونه‌ی کم آموزشی

- ✓ تحقیق و بررسی کارائی ترکیب طبقه‌بند برای حل مسئله‌ی مذکور
- ✓ ارائه‌ی مدلی بر پایه‌ی ترکیب طبقه‌بندها برای حل مسئله مورد مطالعه
- ✓ ارائه روشی جدید برای سنتز نمونه‌های مجازی با استفاده از یک نمونه‌ی آموزشی جهت افزایش نمونه‌های آموزش

1-2- مسئله‌ی بازشناسی چهره باتعداد نمونه‌ی کم از هر فرد

در این بخش، کلیات مسئله‌ی تعداد نمونه‌ی کم از هر فرد بحث می‌شود. در اول پیش‌زمینه-ای از نحوه‌ی بوجود آمدن مشکل تعداد نمونه‌ی کم ازهر فرد (و در حالت خاص،یک نمونه از هر فرد) داده می‌شود. سپس چگونگی تاثیر این مشکل روی سیستم‌های بازشناسی چهره موجود توصیف می‌شود. در آخر، دلیل اینکه باید این مسئله مورد توجه قرار بگیرد، بحث می‌شود.

1-2-1- پیش زمینه

نقطه‌ی پیدایش مسئله‌ی تعداد نمونه‌ی که را می‌توان دوره‌ی اولیه بازشناسی چهره جستجو کرد. زمانی که روش‌های بر پایه‌ی هندسی متداول بودند. در این روش‌ها، ابتدا ویژگیهای ظاهری چهره مثل فاصله‌ی دو چشم از هم به صورت دستی از یک نمونه محاسبه می‌شد و برای بازشناسی در زمان‌های بعدی ذخیره می‌شد.

در برخی از کابردها، تعداد تصاویر از چهره‌های افراد مختلف بسیار زیاد است (برای مثال شنایائی مجرمان) و استخراج ویژگی‌های هندسی بصورت دستی کار زمان‌بر و طاقت‌فرسائی به نظر می‌رسد. و همین دلیل اصلی پیدایش روش‌های بر مبنای ظاهر[1] است که در آنها استخراج ویژگی به صورت خودکار انجام می‌شود و باعث افزایش کارائی و سرعت سیستم بازشناسی چهره می‌شود. و به دنبال آن، این روش‌ها یکی از روش‌های غالب در زمینه‌ی بازشناسی چهره از دهه-ی 1990 گردید.

یکی از بخش‌های مهم روش‌های بر مبنای ظاهر، فرایند یادگیری آنهاست. به همین دلیل کارائی آنها به شدت به تعداد نمونه‌های آموزش وابسته است. در بسیاری از سیستم‌های بازشناسی فرض می‌کنند که چندین نمونه (حداقل سه نمونه) برای آموزش دارند. و این در حالیست که در اکثر کاربردها در محیط واقعی مثل گذرنامه،شناسائی گواهینامه‌ی رانندگی و شناسائی مجرمان، تعداد نمونه‌های در دسترس خیلی کمتر از این فرض است. واین سوال پیش

[1] appearance-based

می‌آید *که آیا روش‌هائی بازشناسی چهره با چندین نمونه‌ی آموزشی می‌توانند برای حل مسئله‌ی تعداد نمونه‌ی کم آموزشی نیز مورد استفاده قرار گیرند؟* در بخش بعدی به بحث در مورد این سوال خواهیم پرداخت.

1-2-2- مشکلات بازشناسی چهره با تعداد نمونه‌ی کم آموزشی

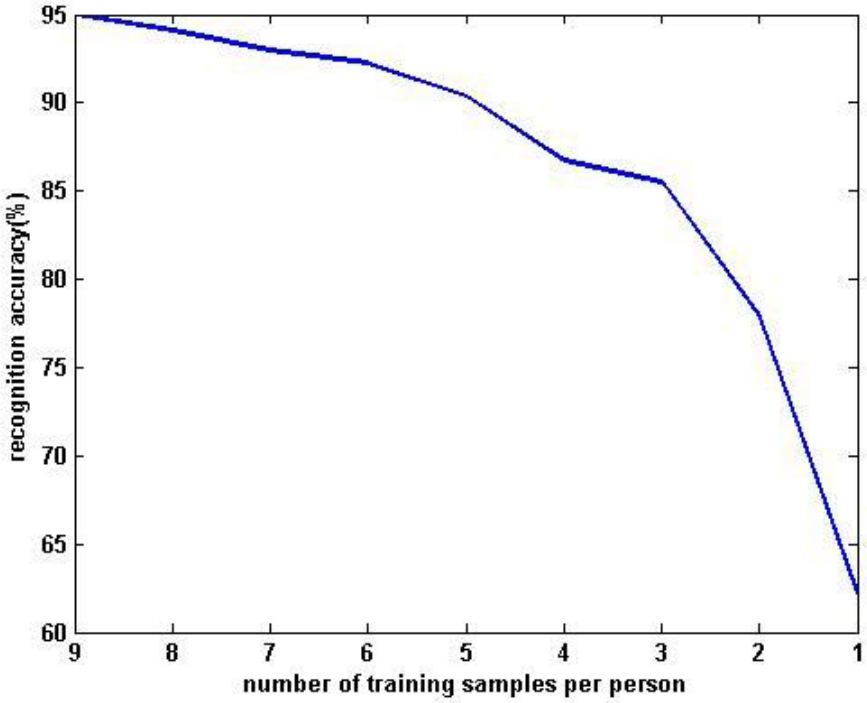
در این بخش، به بررسی تاثیرات و مشکلات ناشی از تعداد نمونه‌ی کم آموزشی روی بازشناسی چهره می‌پردازیم. همچنانچه در قبل اشاره شد، اساس روش‌های بر مبنای ظاهر، فرایند یادگیری آنهاست. در حالیکه خانواده‌ی کلاسیک فرآیندهای یادگیری (یا طبقه‌بندها) برای کارائی خوب نیاز به تعداد نمونه‌ی آموزشی زیاد دارد. و دلیل آن بخشی به خاطر بعد زیاد تصویر چهره(به یاد داشته باشید که در روش‌های بر مبنای ظاهر هر تصویر به برداری برابر با تعداد پیکسل‌های تصویر تبدیل می‌شود) است. برای مثال تصویر چهره به اندازه‌ی 100×100 به برداری به اندازه‌ی 10000×1 تبدیل می‌شود. در حالیکه از لحاظ نظری، باید تعداد نمونه‌های آموزشی برای هر شخص حداقل ده برابر بعد تصویر چهره باشد (یعنی 100000 نمونه‌ی آموزشی)[1].

برای حل این مشکل روش‌های کاهش بعد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. یکی از اولین و موفق‌ترین این روش‌ها، آنالیز مولفه‌های اصلی[2و3] است. این روش بیشتر به چهره‌های ویژه [1] معروف است (در ادامه‌ی این پایان نامه جزئیات آن بررسی خواهد شد).

برای بررسی تاثیر تعداد نمونه‌ی آموزشی بر نرخ بازشناسی سیستم، آقای تن[2][4] و همکارانش آزمایشی انجام دادند که در این آزمایش، از بانک داده‌ی ORL استفاده شده است که شامل 40 فرد با 10 تصویر از هر فرد می‌باشد. در این تحقیق، یک نمونه از هر فرد، (نمونه‌ی 10) به طور ثابت به عنوان نمونه‌ی آزمون انتخاب شد و تعداد نمونه‌های آموزشی را از بطور تصادفی از 1 تا 9 تغییر دادند. نتایج آزمایشات حاصل از 10 بار آزمایش نشان داد که میانگین نرخ بازشناسی وقتی که تعداد نمونه‌ها را کاهش می‌دهیم بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. شکل(1-1) جزئیات این امر را به خوبی نشان می‌دهد.

---

[1] Eigenface
[2] Tan



شکل 1- 1 میانگین نرخ بازشناسی حاصل از 10 بار آزمایش بر حسب تعداد نمونه‌های آموزشی

در حالت کلی، وقتی که تعداد نمونه‌های آموزشی کاهش می‌یابد اکثر روش‌های بازشناسی چهره کارائی خود را از دست می‌دهند. بنابراین مشکل تعداد نمونه‌ی کم آموزشی، برای اکثر روش‌های حاضر بازشناسی چهره، نقطه‌ی کور است. با این حال، یک سوال می‌تواند مطرح باشد. *آیا این مشکل ارزش تحقیق و بررسی برای حل آن را دارد؟*

1-2-3- اهمیت بازشناسی چهره باتعداد نمونه‌ی کم آموزشی

همانطور که در بخش قبل اشاره شد، اکثر روش‌های بازشناسی چهره برای تعداد نمونه‌های آموزشی کم، کارائی خود را از دست می‌دهند. در این بخش به بررسی این مسئله از دو دیدگاه خواهیم پرداخت.

از طرفی مسئله‌ی بازشناسی چهره با تعداد نمونه‌ی کم، بخصوص با یک نمونه‌ی آموزشی، بیشتر برای کاربرد در محیط واقعی است. بنابراین باید سیستمی طراحی شود که ضمن غلبه بر این مشکل بتواند قابل اجرا در محیط واقعی بشود.

از طرف دیگر، علارغم اخبار ناگوار از روش‌های مختلف بازشناسی چهره، ذخیره کردن یک نمونه‌ی آموزشی در مجموعه‌ی داده مزایائی دارد که در محیط واقعی بسیار مطلوب است.

1- جمع آوری آسان نمونه‌ها، مسقیم یا غیر مستقیم: یکی از بخش‌های مشترک تمامی سیستم‌های بازشناسی چهره، مجموعه‌ی داده‌ی آنهاست. جائی که تصایر چهره از افراد

مختلف در آن ذخیره می شود. انجام چنین کاری بسیار طاقت‌فرسا و زمان‌بر است. وقتی که فقط یک نمونه‌ی آموزشی از هر فرد برای ذخیره شدن نیاز باشد، این کار تا حد بسیار زیادی تسهیل پیدا می‌کند. همچنین در بعضی از کاربردها که جمع‌آوری مستقیم نمونه امری بسیار سخت (یا محال) است. سیستمی که فقط نیاز به یک نمونه‌آموزشی دارد می‌تواند بسیار کارا باشد. برای مثال در سیستم‌های نظارتی در فردگاهها، فرض کنید که می‌خواهیم افراد خاصی را شناسائی کنیم. در این حالت می‌توانیم فقط با در دست داشتن یک تصویر چهره از فرد (این تصویر می‌تواند از تصویر گذرنامه اسکن شده باشد) به راحتی آن افراد را شناسائی کنیم.

2- صرفه‌جوئی هزینه‌ی ذخیره: حافظه‌ی سیستم بازشناسی چهره، اگر یک نمونه‌ی آموزشی از هر فرد برای ذخیره در مجموعه‌ی داده نیاز باشد، بسیار کاهش می‌یابد.

3- کاهش حجم محاسبات: تعداد نمونه‌های آموزشی، تاثیر مستقیم روی حجم محاسباتی بخش‌های مختلف سیستم بازشناسی از قبیل پیش‌پردازش، استخراج ویژگی و طبقه‌بندی دارد.

با با توجه به مزایای بالا، نیاز سیستم بازشناسی چهره به تعداد نمونه‌ی کم آموزشی و در حالت خاص آن یک نمونه‌ی آموزشی، امری غیر قابل اجتباب در محیط واقعی است.

1-3- ساختار پایان نامه

در این پایان نامه به موضوعات زیر پرداخته می‌شود:

فصل دوم: در این فصل برخی از روش‌های متداول بازشناسی چهره چه از دیدگاه استخراج ویژگی و چه از دیدگاه طبقه‌بندی، مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

فصل سوم: ادبیات موضوع بازشناسی چهره با تعداد نمونه‌ی آموزشی کم در این فصل مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد و نشان داده می‌شود که عمده‌ی روش‌های ارائه شده بر پایه‌ی روش‌های برمبنای‌ظاهر استوار هستند.

فصل چهارم: راهکارهای ارائه شده توسط نویسندگان به همراه نتایج تجربی در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد. از این راهکارها می‌توان به: روش زیرنمونه‌برداری، استفاده از فیلتر گابور برای ساخت بیان‌های مختلف از تصویر، ساخت تصاویر مجازی از تصویر چهره روبرو اشاره کرد. نتایج روش‌های ارائه شده، نشانگر بهبود نرخ بازشناسی این روش‌ها نسبت به روش‌های متداول است.