دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد در رشته برق الکترونیک

بازشناسی حالات چهره در تصویر

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا اردشیر

استاد مشاور:

دکتر یاسر بالغی

دانشجو:

سینا محسنی

۱۳۹۳

کپی فرم صورت جلسه دفاع دانشگاه صنعتی نوشیروانی که مهمور به تحصیلات تکمیلی است

نام دانشکده: برق و کامپیوتر

نام دانشجو: سینا محسنی

عنوان پایان‌نامه یا رساله: بازشناسی حالات چهره در تصویر

تاریخ دفاع: ۱۳۹۳/۹/۲۴

رشته: مهندسی برق الکترونیک

گرایش: الکترونیک- سیستم

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما	دکتر غلامرضا اردشیر	استادیار	صنعتی نوشیروانی بابل	
۲	استاد مشاور	دکتر یاسر بالغی	استادیار	صنعتی نوشیروانی بابل	
۳	استاد داور	دکتر سید محمود سخایی	استادیار	صنعتی نوشیروانی بابل	
۴	استاد داور	دکتر مهدی ازوجی	استادیار	صنعتی نوشیروانی بابل	
۵					
۶					
۷					
۸					

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج و مالکیت مادی ومعنوی

باسمه تعالی

اینجانب .....سینا محسنی..... به شماره دانشجویی .....۹۱۴۲۲۰۰۲۸.... دانشجوی رشته ...برق الکترونیک سیستم... مقطع تحصیلی... کارشناسی ارشد... تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه ارشد/رساله دکتری تحت عنوان .....بازشناسی حالات صورت در تصویر..... به استاد راهنمایی دکتر....غلامرضا اردشیر...حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری‌شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. درصورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض درخصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسؤولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسؤولیتی در این خصوص نخواهد داشت. در ضمن تمام دستاوردهای مادی و معنوی حاصله از پایان نامه ارشد/ رساله دکتری متعلق به دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل می باشد و اینجانب هیچ گونه ادعایی در قبال آن ندارم.

نام و نام خانوادگی: سینا محسنی

امضا و تاریخ:

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما: دکتر غلامرضا اردشیر

تاریخ:

امضا:

چکیده

امروزه با پیشرفت تکنولوژی، کاربرد ماشین در استخراج اطلاعات تصویری هم از حیث قدرت بینایی و هم قدرت پردازش بسیار گسترده‌تر شده‌است. سرعت بالای ماشین، دقت تشخیص مناسب، تنوع‌کاری در زمینه‌های پزشکی، لوازم خانگی، اتوموبیل‌های هوشمند، ربات‌های انسان‌نما، سیستم‌های نظامی و ... تجاری‌سازی این سیستم‌ها را مقرون به صرفه می‌کند. از جمله پرکاربردترین ماشین‌های پردازش تصویر سیستم‌های تشخیص و بررسی چهره افراد است.

در تحقیق پیش‌رو هدف تشخیص حالت‌های چهره فرد در تصویر یا دنباله‌ای از تصاویر است. حالات مورد نظر شامل شناسایی ۷ حالت اصلی صورت: ۱-لبخند ۲- ناراحتی ۳- عصبانیت ۴- ترس ۵- تنفر ۶- تعجب ۷-حالت طبیعی است. مهمترین فاکتورهای طراحی این سیستم می‌تواند ۱- سرعت تشخیص ۲-دقت تشخیص و ۳-تمام خودکار بودن آن باشد.

اولین راه‌کار در این پایان‌نامه معرفی و پیاده‌سازی گراف جدید چهره بر پایه قطعه‌بندی تصویر و استفاده از دسته‌بندهای گروهی برای تشخیص حالت چهره بوده است. تغییر موقعیت و حالت اعضا صورت مانند ابرو، چشم و لب‌ها اطلاعات کافی برای تشخیص وضعیت چهره فرد فارغ از هویت را فراهم می‌آورد. در راه حلی دیگر، استفاده از اطلاعات تغییر حالت بافت پوست در نواحی متحرک صورت برای استخراج اطلاعات تصویر چهره به عنوان دومین روش پیاده‌سازی سیستم بازشناسی حالت چهره پیشنهاد شده است. پیاده‌سازی این دو سیستم در دو پایگاه‌داده شناخته‌شده MMI و JAFFE انجام شده‌است. نتایج به دست آمده در این پایان‌نامه نشان می‌دهند که اطلاعات استخراج شده در روش‌های فوق به همراه طبقه‌بندهای مناسب، سیستم دقیق و پرسرعت برای تشخیص حالات چهره فراهم می‌کند.

کلید واژه:
بازشناسایی حالت چهره، گراف مدل صورت، استخراج اطلاعات تصویر صورت، دسته‌بند گروهی، دسته‌بند ماشین بردار پشتیبان.

فهرست مطالب

فصل ۱ مقدمه **۱**

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ تشخیص حالت چهره در تصویر ۴

۱-۳ چالش‌های تشخیص حالت چهره صورت..... ۵

۱-۴ معیارهای مقایسه روش‌ها ۷

۱-۵ پایگاه داده‌های تصویر حالات..... ۸

۱-۶ مروری بر تحقیقات انجام شده..... ۹

۱-۷ نتیجه‌گیری ۱۸

فصل ۲: استخراج اطلاعات تصویر **۱۹**

۲-۱ مقدمه ۲۰

۲-۲ واحد پیش‌پردازش ۲۱

۲-۲-۱ حذف پیش‌زمینه ۲۱

۲-۲-۲ فیلتر میانه، بالاگذر و اصلاح هیستوگرام ۲۲

۲-۲-۳ یکسان‌سازی اندازه، زاویه و انتقال ۲۴

۲-۲-۴ حذف اثر رخ‌صورت ۲۵

۲-۳ استخراج اطلاعات از تصویر ۲۷

۲-۳-۱ استخراج اطلاعات بافت ۲۸

۲-۳-۱-۱ تبدیل کوسینوسی گسسته ۲۸

۲-۳-۱-۲ الگوی دودویی محلی ۳۰

۲-۳-۲ اطلاعات هندسی تصویر ۳۳

۲-۳-۲-۱ پروفایل افقی و عمودی ۳۳

۲-۳-۲-۲ جداسازی مناطق مورد نظر (ROI) در تصویر ۳۴

۲-۳-۲-۳ قسمت‌بندی المان‌های صورت ۳۵

۲-۴ نتیجه‌گیری ۳۶

فصل ۳: دسته‌بندی تصاویر **۳۷**

۳-۱ مقدمه ۳۸

۳-۲ دسته‌بندی اطلاعات..... ۳۹

۳-۲-۱ دسته‌بندی با نظارت ۴۰

۳-۲-۱-۱ درخت تصمیم ۴۱

۳-۲-۱-۲ ماشین‌بردار پشتیبان ۴۲
۳-۲-۱-۲-۱ تبدیلات غیرخطی کرنل ۴۲
۳-۲-۱-۳ تحلیل جداکننده..... ۴۴
۳-۲-۱-۴ نایو بیزین ۴۵
۳-۲-۱-۵ نزدیک‌ترین همسایه..... ۴۶
۳-۲-۲ دسته‌بندی بدون نظارت ۴۸
۳-۲-۲-۱ دسته‌بند درختی ۴۸
۳-۲-۳ دسته‌بندهای گروهی ۵۰
۳-۲-۳-۱ الگوریتم‌های ترکیبی ۵۰
۳-۲-۳-۲ دسته‌بند Adaboost..... ۵۱
۳-۳ نتیجه‌گیری ۵۱

فصل ۴: پیاده‌سازی و نتایج **۵۲**
۴-۱ مقدمه ۵۳
۴-۲ استخراج ویژگی‌های تصویر ۵۳
۴-۲-۱ استخراج ویژگی‌های بافت تصویر ۵۴
۴-۲-۱-۱ تبدیل کوسینوسی گسسته ۵۴
۴-۲-۱-۲ تبدیل LBP محلی ۵۵
۴-۲-۲ استخراج ویژگی‌های هندسی تصویر ۵۸
۴-۲-۲-۱ به دست آوردن نواحی مورد نظر (ROI) ۵۸
۴-۲-۲-۲ اصلاح کانتراست تصویر ۶۰
۴-۲-۲-۳ قسمت‌بندی تصویر ۶۱
۴-۲-۲-۴ نقطه‌یابی ۶۲
۴-۲-۲-۵ استخراج گراف چهره ۶۳
۴-۳ نتایج پیاده‌سازی ۶۴
۴-۳-۱ تشخیص حالات چهره با ویژگی‌های DCT ۶۴
۴-۳-۱ تشخیص حالات چهره با ویژگی‌های LBP ۶۶
۴-۳-۱ تشخیص حالات چهره با ویژگی‌های هندسی گراف صورت ۶۷
۴-۴ نتیجه‌گیری ۶۸

فصل ۵: جمع‌بندی و پیشنهادها **۶۹**
۵-۱ مقدمه ۷۰
۵-۲ جمع‌بندی نتایج به‌دست آمده ۷۰
۵-۲-۱ جمع‌بندی روش‌های استخراج ویژگی‌ها ۷۱
۵-۲-۲ جمع‌بندی روش‌های دسته‌بندی ویژگی‌ها ۷۲

۵-۳ پیشنهادها ۷۳
۵-۴ نتیجه‌گیری ۷۴

مراجع **۷۵**

فهرست شکل‌ها

شکل (۱-۱) بلوک دیاگرام کلی سیستم شناسایی حالت چهره ۴
شکل (۱-۲) چند تصویر نمونه از پایگاه داده CK ۸
شکل (۱-۳) چند تصویر نمونه از پایگاه‌داده JAFFE ۹
شکل (۱-۴) چند تصویر نمونه از پایگاه داده MMI ۹
شکل (۱-۵) تصویر ۱۵ واحد حرکتی پرکاربرد در صورت ۱۰
شکل (۱-۶) شناسایی ۱۵ نقطه صورت از روی تصویر نیم‌رخ ۱۲
شکل (۱-۷) استخراج ویژگی‌های هندسی صورت توسط گراف AAM ۱۲
شکل (۱-۸) استخراج همزمان ویژگی‌های هندسی و بافت صورت برای... ..... ۱۳
شکل (۱-۹) استفاده از آناتومی صورت برای استخراج اطلاعات بهینه ۱۳
شکل (۱-۱۰) بررسی روابط دینامیک و معنایی بین واحدهای حرکتی... ..... ۱۴
شکل (۱-۱۱) مرحل مختلف مکان‌یابی نقاط صورت در تصویر ۱۴
شکل (۱-۱۲) ترکیب ویژگی‌های هندسی و بافت تصویر برای... ..... ۱۵
شکل (۱-۱۳) گراف صورت ۱۶
شکل (۱-۱۴) مراحل پیاده‌سازی سیستم شناسایی حالت چهره ۱۶
شکل (۱-۱۵) مراحل مختلف پیاده‌سازی سیستم شناسایی حالت چهره ۱۷
شکل (۱-۱۶) استفاده از قسمت‌بندی تصویر صورت ۱۷
شکل (۱-۱۷) پیاده‌سازی تبدیل الگوی دودویی محلی ۱۸
شکل (۲-۱) استفاده از الگوریتم تشخیص چهره Viola-Jones ۲۲
شکل (۲-۲) استفاده از فیلتر میانه در یک نمونه تصویر ۲۳
شکل (۲-۳) استفاده از فیلتر بالاگذر در یک نمونه تصویر ۲۳
شکل (۲-۴) اصلاح هیستوگرام برای افزایش کیفیت ۲۴
شکل (۲-۵) یکسان‌سازی تصویر ۲۵
شکل (۲-۶) تصویر صورت در زوایای مختلف ۲۸
شکل (۲-۷) حذف اثر رخ صورت ۲۸
شکل (۲-۸) معرفی محل قرارگیری مولفه‌های فرکانس بالا ۲۹
شکل (۲-۹) اعمال تبدیل کوسینوسی گسسته بر تصویر ۲۹
شکل (۲-۱۰) عملکرد و آستانه‌گذاری الگوی محلی دودویی ۳۰
شکل (۲-۱۱) رشته کدهای به دست آمده برای اشکال مختلف در تصویر ۳۱
شکل (۲-۱۲) آرایش همسایگی‌های مختلف در الگوی دودویی محلی بهبود یافته ۳۱

شکل (۲-۱۳) استفاده از یک مرحله قسمت‌بندی پیش از محاسبه تبدیل LBP ۳۲
شکل (۲-۱۴) استفاده از پروفایل افقی و عمودی در تصویر ۳۳
شکل (۲-۱۵) جداسازی مناطق مورد نظر (ROI) در تصویر ۳۴
شکل (۲-۱۶) قسمت‌بندی تصویر صورت ۳۵
شکل (۳-۱) درخت تصمیم با ۵گره و ۷ برگ ۴۱
شکل (۳-۲) ابرصفحه تصمیم قرار گرفته میان دو دسته داده ۴۲
شکل (۳-۳) نگاشت داده‌ها تحت تابع کرنل ۴۲
شکل (۳-۴) سه دسته داده و مرزهای توزیع گوسی پیدا شده برای آن ۴۴
شکل (۳-۵) طبقه‌بند بدون نظارت درختی ۴۸
شکل (۴-۱) مراحل استخراج بردار ویژگی ۵۴
شکل (۴-۲) آناتومی عظلات صورت ۵۵
شکل (۴-۳) نواحی انتخاب شده برای استخراج اطلاعات بافت تصویر ۵۶
شکل (۴-۴) نواحی فعال برای استخراج واحدهای حرکتی صورت در... ..... ۵۷
شکل (۴-۵) گراف به دست‌آمده از روی نقاط صورت..... ۵۸
شکل (۴-۶) تعیین خط فاصله بین المان‌های صورت ۵۹
شکل (۴-۷) استفاده از پروفایل عمودی و افقی تصویر برای جداسازی المان... ..... ۵۹
شکل (۴-۸) روش پیشنهادی بهبود کانتراست تصویر ۶۰
شکل (۴-۹) نتیجه یک نمونه اصلاح اتوماتیک کانتراست تصویر ۶۱
شکل (۴-۱۰) قسمت‌بندی تصویر صورت ۶۱
شکل (۴-۱۱) نقطه‌یابی از روی تصویر قسمت‌بندی‌شده ۶۲
شکل (۴-۱۲) تغییرات گراف منطبق بر صورت همراه با تغییر حالات چهره ۶۳
شکل (۴-۱۳) مدل درخت تصمیم ارائه شده ۶۴
شکل (۴-۱۴) نمودار درصد تشخیص حالات چهره در... ..... ۶۹

فهرست جدول‌ها

جدول (۱-۱) معرفی ۳۰ واحد حرکتی پرکاربرد در صورت ۱۱
جدول (۱-۲) معرفی ۷ حالت اصلی چهره که ترکیب واحدهای حرکتی ساخته می‌شوند ۱۱
جدول (۴-۱) واحدهای حرکتی تشکیل دهنده حالات چهره ۵۷
جدول (۴-۲) درصد صحت تشخیص حالات چهره در آرایش‌های مختلف درخت تصمیم ۶۵
جدول (۴-۳) ماتریس اغتشاش دسته‌های مختلف در درخت تصمیم با ۵ گره ۶۵
جدول (۴-۴) درصد صحت تشخیص حالات چهره توسط طبقه‌بندهای مختلف ۶۶
جدول (۴-۵) ماتریس اغتشاش دسته‌های مختلف در دسته‌بند Adaboost ۶۷
جدول (۴-۶) درصد صحت تشخیص حالات چهره توسط طبقه‌بندهای مختلف ۶۸
جدول (۴-۷) ماتریس اغتشاش دسته‌های مختلف در دسته‌بند SVM ۶۸
جدول (۴-۸) درصد صحت تشخیص حالات چهره در تحقیقات مختلف ۶۹
جدول (۵-۱) بررسی و مقایسه روش‌های استخراج ویژگی‌های تصویر ۷۱
جدول (۵-۲) بررسی و مقایسه دسته‌بندهای مختلف استفاده شده ۷۲

فصل ۱

مقدمه

۱-۱ مقدمه

امروزه تحقیقات متعددی بر روی استخراج اطلاعات از روی تصاویر و حرکات بدن انسان انجام می‌شود. یکی از مهمترین قسمت‌های حاوی اطلاعات در بدن انسان چهره است که با داشتن اعضای متحرک مهم مانند دهان، لب، ابرو، چشم و... حاوی اطلاعات بسیاری برای محققان حوزه پردازش تصاویر می‌باشد. اطلاعات مهمی که کاربردهای مختلفی از جمله شمارش تعداد افراد حاضر در تصویر، شناسایی هویت اشخاص از روی تصویر چهره، شناسایی حالات عاطفی، شناسایی زبان اشاره، شناسایی تغییرات سن و جراحی پلاستیک و... را دارند. غالباً اطلاعات ورودی در سیستم‌های پردازش تصویر چهره، به چهره تصاویر دوبعدی یا سه‌بعدی ویا ویدئو(تصاویر متحرک) هستند که از دریچه دوربین وارد دنیای دیجیتال می‌شوند. در تحقیقات جاری برخلاف سیستم بینایی انسان که با کمک گرفتن از دو دریچه تصاویر سه‌بعدی جهت پردازش در ذهن فراهم می‌کند بیشتر کار با تصاویر دو بعدی مرسوم است. بدیهی است تصاویر دو بعدی حاوی اطلاعات کمتری از اجسام محیط هستند چرا که بر پایه آن راجع به عمق و فاصله اجسام نمی‌توان نظر داد. با این حال وجود فراوانی اطلاعات تصویری دوبعدی و هزینه پایین آن سبب می‌شود طراحان حوزه پردازش تصویر با استفاده از روش‌های گوناگون کمبود اطلاعات در تصاویر دوبعدی را جبران کنند. در اکثر روش‌های بررسی وضعیت و حالت چهره ابتدا با الگوریتم‌های کلی‌تر قسمتی از تصویر که در آن چهره شخص قرار گرفته‌است را جدا می‌کنند. سپس با بررسی بافت تصویر چهره و یا بررسی آرایش اعضای چهره در کنار هم به اطلاعات خام مورد نیاز طبقه‌بند می‌رسند. آنالیز بافت تصویر چهره می‌تواند در تکه‌های کوچکی از چهره به چهره جداگانه انجام شود و یا بر روی تمام تصویر به چهره یک‌جا اعمال شود. بررسی حالت اعضای چهره در کنار هم نیز نیازمند قطعه‌بندی تصویر چهره است. هر یک از روش‌ها با مشکلاتی مانند تغییرات زاویه چهره، زاویه نور، رنگ پوست و... روبه‌رو هستند. طبقه‌بندهای متفاوتی در شناسایی ویژگی‌های چهره استفاده می‌شوند که بسته به حالت داده‌ها انتخاب می‌شوند.

برخی از زمینه‌های کاربردی پردازش تصویر چهره عبارت‌اند از:

۱- *تشخیص چهره*
۲- *شناسایی چهره*
۳- *شناسایی حالت چهره*
۴- *شناسایی حرکات چهره و لب‌خوانی*
۵- *تشخیص سن افراد از روی چهره*
۶- *شناسایی افراد پس از جراحی پلاستیک بر روی چهره*
۷- *شناسایی جنسیت*

۸- شناسایی نژاد

در این فصل به طور اختصاصی به معرفی سیستم‌های شناسایی حالت چهره پرداخته می‌شود. معرفی موضوع این پایان‌نامه در ابتدا با بلوک دیاگرام کلی سیستم‌های تشخیص حالت چهره آغاز شده و پس از آن به معرفی هر یک از واحد های این سیستم می‌پردازیم. در ادامه به تحقیقات به‌روز انجام شده در این زمینه، معرفی پایگاه‌داده‌های تصویری معروف و چالش‌های پیش‌روی سیستم‌های تشخیص حالت چهره می‌پردازیم. در نتیجه‌گیری فصل معیارهای مقایسه سیستم‌های مختلف با هم معرفی می‌شوند و راه‌کارهای پیشنهادی این پایان‌نامه معرفی می‌گردند. نگارنده در این فصل زمینه را برای معرفی و بررسی تخصصی روش‌های موثر استخراج اطلاعات و طبقه‌بندی در فصل‌های ۲ و ۳ آماده می‌کند.

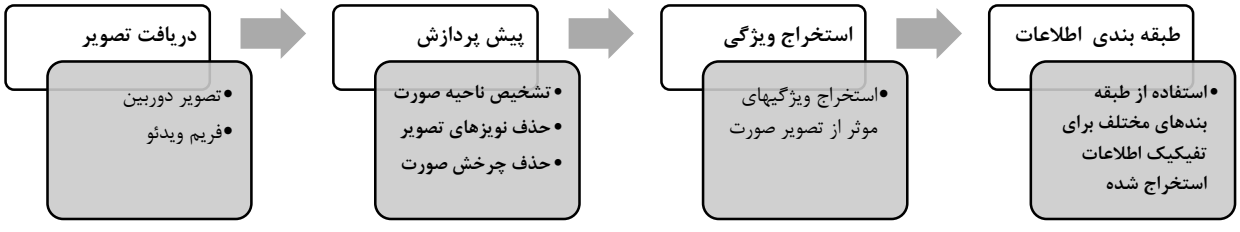
۱-۲ تشخیص حالت چهره در تصویر

تشخیص حالت چهره یک عمل بازشناسی الگو است که بر روی تصویر چهره انجام می‌شود. این عمل عبارت است از دسته‌بندی تصاویر چهره در هفت حالت اصلی چهره شامل ۱- خوشحالی ۲- ناراحتی ۳- عصبانیت ۴- تنفر ۵- ترس ۶- تعجب و ۷- حالت طبیعی که از روی اطلاعات تصویری انجام می‌شود. تحقیقات شناسایی حالت چهره در زمینه‌های مختلف علمی از جمله:

۱- روانشناسی، جامعه‌شناسی، پردازش سیگنال‌های اجتماعی[۱]
۲- علوم رباتیک، ربات‌های انسان‌نما
۳- واقعیت مجازی[۲]
۴- تلفن‌های هوشمند، اتوموبیل‌های هوشمند، لوازم خانگی هوشمند

کاربرد دارد. افزایش تقاضا برای برنامه‌های دقیق شناسایی حالت چهره از روی تصویر، توجه محققان را به پیاده‌سازی این سیستم‌ها جلب کرد. از جمله موضوعات تحقیقاتی نزدیک دیگری که در کنار شناسایی حالت چهره بررسی می‌شوند، می‌توان به تشخیص سن و جنسیت افراد از روی تصویر اشاره کرد.

استخراج ویژگی‌های مناسب تصویر و انتخاب مناسب‌ترین طبقه‌بند برای تشخیص حالت چهره بیشترین تمرکز در طراحی سیستم‌های شناسایی حالت چهره را به خود اختصاص می‌دهند. این حساسیت طراحی از آنجا ناشی می‌شود که اطلاعات چهره بایستی به چهره مستقل از هویت فرد استخراج و ارائه شوند. همچنین تغییرات ظاهری ایجاد شده در چهره افراد حین تغییر حالت چهره، بسیار کمتر از تفاوت چهره دو فرد متفاوت است. به علاوه تغییرات حالت چهره افراد معمولاً با جابه‌جایی و دیگر حرکات سر همراه است که منجر به تغییر زاویه چهره نسبت به دوربین می‌شود. شکل (۱-۱) دیاگرام بلوکی یک سیستم تشخیص الگوی چهره را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۱) بلوک دیاگرام کلی سیستم شناسایی حالت‌های چهره

[۱] Social Signal Processing
[۲] Virtual Reality

در این بلوک دیاگرام چهار بلوک عملیاتی اصلی وجود دارند که مسئولیت آنها در زیر آمده است:

۱- ***واحد دریافت:*** این واحد وظیفه وارد کردن تصویر به فرایند تشخیص حالت چهره را بر عهده دارد. در این بخش تصویر چهره مورد نظر به سیستم ارائه می‌شود. با این که اغلب سیستم‌های طراحی شده بر پایه تصاویر دو بعدی هستند، اما پردازش بر روی تصاویر سه بعدی نیز در چند سال اخیر رو به رشد بوده است. این تصاویر اطلاعات بیشتری از دنیای واقعی را برای ماشین بینایی فراهم می‌کند و در مقابل سهم بیشتری از پردازنده را نیز اشغال می‌کند. اما متاسفانه تحقیق چندانی بر روی تصاویر Stereo Vision انجام نشده است و خود زمینه‌ای مناسب برای ادامه مطالعات می‌باشد. ورودی سیستم می‌تواند تصاویر زمان واقعی[1] از دریچه دوربین باشد و یا از تصاویر آماده در پایگاه‌های داده تصویری انتخاب شده باشند. سیستم‌های پردازش در زمان واقعی باید سرعت عمل کافی و آمادگی برای رویارویی با حالت‌های پیش‌بینی نشده تصاویر واقعی را داشته باشند. همچنین در ادامه این فصل پایگاه داده‌های معروف و پر استفاده تصاویر حالت چهره معرفی می‌شوند.

۲- ***واحد پیش‌پردازش:*** در این قسمت بوسیله تکنیک‌های بینایی و پردازش تصویر، تصاویر چهره یکسان‌سازی می‌شوند و در چهرهی که نیاز باشد برای افزایش کارائی تشخیص سیستم بهبود می‌یابند. برخی یا تمام مراحل پیش‌پردازش زیر ممکن است در یک سیستم تشخیص حالت چهره پیاده‌سازی شوند۱- *یکسان‌سازی اندازه تصویر* ۲- *فیلتر کردن میانه و بالاگذر* ۳- *حذف تصویر پس‌زمینه* ۴- *یکسان‌سازی چرخشی و انتقالی*. در ادامه این فصل به طور مفصل راجع به موارد و روش‌های پیش‌پردازش تصویر چهره پرداخته خواهد شد.

۳- ***واحد استخراج ویژگی:*** پس از انجام پیش‌پردازش بر روی تصویر ورودی، چهره نرمال شده به منظور پیدا کردن ویژگی‌های کلیدی برای دسته‌بندی به واحد استخراج ویژگی فرستاده می‌شود. این واحد یک بردار ویژگی منحصر به فرد برای هر تصویر ارائه می‌کند. در این بخش هر چه ابعاد بردار استخراج شده کوچکتر و توانایی تفکیک بالاتری داشته باشد، به تریتب سرعت و دقت تشخیص طبقه‌بندی حالات چهره افزایش پیدا می‌کند. لازم به ذکر است که بخش مهمی از زمان پردازش سیستم‌های تشخیص حالات چهره به استخراج ویژگی‌های تصویر چهره بر می‌گردد. در ادامه این فصل روش‌های اصلی و متداول استخراج ویژگی‌های تصویر مرور خواهند شد و در فصل سوم به طور اختصاصی به روش‌های پیاده‌سازی شده در این پروژه پرداخته می‌شود.

۴- ***واحد طبقه‌بندی:*** در این واحد با کمک یک یا گروهی از طبقه‌بندهای الگو، ویژگی‌های استخراج شده از تصویر چهره با دسته‌بندی می‌شود. انتخاب نوع طبقه‌بند بسته به پیچیدگی و شکل داده‌های ورودی می‌تواند متفاوت (با

[1] Real Time Images

ناظر[1] یا بدون ناظر[2] یا گروهی[3]) باشد. طبقه‌بند ماشین بردار پشتیبان[4]، طبقه‌بندهای گروهی[5] و مدل مخفی مارکف[6] از متداول‌ترین طبقه‌بندهای استفاده شده در زمینه شناسایی حالات چهره است.

۱-۳ چالش‌های تشخیص حالت چهره

با آن که اولین تلاش‌های هوش مصنوعی در برخورد با مساله تشخیص حالات چهره نتایج امیدوار کننده‌ای را به وجود آوردند، سال‌ها پیشرفت لازم است تا در کاربردهای عملی بتوان آن‌ها را به کار برد. اعمال محدودیت‌ها به مساله می‌تواند نتایج آماری خوبی را به دست بدهد، با این وجود نتیجه‌گیری درست از این نتایج باید با سنجش دقیق محدودیت‌ها همراه باشد. از سوی دیگر یک سنجش کاربردی باید به اندازه کافی آزادی‌های کاربردهای عملی را در نظر بگیرد. در هنگام تصویربرداری‌های معمول در کاربردهای عملی، تغییرات تصادفی زیادی نسبت به تصویر کنترل شده می‌تواند پدید آید که کارایی روش‌ها را کاهش می‌دهند. از مهمترین این "تغییرات" می‌توان فهرست زیر را برشمرد:

۱. *تغییرات نورپردازی*[7]: واضح است که تغییر عمده در جهت نورپردازی می‌تواند تاثیر شدیدی بر ظاهر تصویر بدست آمده داشته باشد. در برخی موارد تغییرات تصویر، ناشی از تغییرات شدید نورپردازی، به مراتب شدیدتر از تغییرات تصویر به سبب تفاوت‌های چهره اشخاص است. یک الگوریتم شناسایی مقاوم باید این تغییرات را جبران‌سازی نماید. در غیر این چهره کاربرد سیستم محدود به تصویربرداری در شرایط کنترل شده می‌شود.

۲. *تغییرات جهت چهره*: سر و چهره انسان ذاتا یک جسم سه بعدی است، در حالی که ورودی بسیاری از الگوریتم‌های کاربردی شناسایی چهره، ورودی‌های دو بعدی دارند که همان تصویر چهره فرد است. نتیجه این نگاشت سه بعدی به دو بعدی بسیار تحت تاثیر زاویه بین چهره و دوربین که به آن "زاویه سر" می‌گوییم قرار دارد و الگوریتم شناسایی تحت تاثیر مستقیم تغییر این نگاشت قرار می‌گیرد. راه حل اصلی و موثر این مشکل آن است که روش شناسایی اصولاً به زاویه دید وابسته نباشد. روشهای سه بعدی شناسایی حالات چهره تلاش بر آن دارند که چهره سه بعدی را از روی اطلاعات موجود استخراج و آن را شناسایی نمایند. به این ترتیب مشکل نور و جهت سر، هر دو حل می شوند. برای روش‌های شناسایی که این استقلال را ندارند

---

1 Supervised Learning

2 Unsupervised Learning

3 Ensemble Learning

4 Support Vector Machine

5 Group Learners

6 Hidden Markov Model

7 Light Variation

یک راه حل معمول آن است که از همه زوایا و با همه نورپردازی‌های ممکن با فواصل مشخصی تصویربرداری شود.

۳. *اشکالات تصویربرداری*: در بسیاری از کاربردهای عملی، کنترل خاصی روی محیط تصویربرداری وجود ندارد و به همین دلیل تصاویر مناسب به دست نمی‌آوریم. از جمله اندازه کوچک چهره، روشنایی بیش از حد یا کمتراز حد چهره و ... که روش‌های شناسایی به این پارامترها حساسیت زیادی دارند. برخی روش‌های شناسایی چهره در مواجه با تغییرات محیطی در تصویر به طورکامل از کار می افتند و عموماً روش‌های کل‌نگر مقاوم‌تر هستند.

۴. *تغییرات چهره یک شخص*: استفاده از عینک می‌تواند بسیاری روش‌های بر اساس اجزا را از کار بیندازد، روش‌های کل‌نگر دو بعدی حساسیت کمتری دارند، و حتی در روش‌های سه بعدی باید این مساله از قبل پیش‌بینی شده باشد. در مردان مساله تغییرات ریش وسبیل می تواند شناسایی چهره را بسیار مشکل یا حتی غیر ممکن کند. حتی در شناسایی‌های سه بعدی هم از آنجا که هم شکل سه بعدی و هم بافت چهره تغییر می‌کند، شناسایی مشکل می‌شود.

۵. *مسدود بودن بخشی از چهره*: این مساله مهمی است که کاربرد عملی بسیاری از روش‌ها را مخصوصاً در کاربردهای امنیتی تحت تاثیر قرار می‌دهد. روش‌های کل‌نگر به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرند و نیز روش‌های بر اساس اجزا، در چهرهی که اجزای مهم مانند چشم‌ها و ابروها مسدود شوند دچار مشکل می‌شوند. حتی روش‌های سه بعدی، با آن که از نظر نظری توانایی شناسایی با وجود پوشیدگی دارند، به علت محدودیت‌های عملی هنوز وابستگی زیادی به پیدا بودن کل تصویر دارند.

۱-۴ معیارهای مقایسه روش‌ها

روش‌های پیشنهاد شده را می‌توانند براساس معیارهای مختلفی سنجیده شوند، از جمله:

۱- *میزان درستی*: در چهرهی که به سیستم‌های تشخیص حالات چهره به عنوان یک مساله بازشناسی الگو نگاه کنیم، مهمترین معیار ارزیابی هر روش، میزان درستی نتایج آن در پاسخ به ورودی‌های آزمایشی است. از جمله این معیارها، بررسی پاسخ‌های غلط‌های مثبت[۱] و درست‌های منفی[۲] است.

۲- *تمام خودکار بودن*: بعضی از روش‌ها با وجود آن که نـتایج قابل قبولی ایجاد می‌کنند، قابل استفاده عملی نیستند چـــون نمی‌توانند به طور کاملاً خودکار به کار گرفته شوند.

[۱] False Positive

[۲] True Negative

۳- *قابل توسعه بودن*: بسیاری از روش‌ها نتایج قابل قبولی در آزمایش روی پایگاه‌های داده کوچک ارائه می‌دهند اما روی مجموعه‌ای بزرگتر یا نتایج ضعیفی ارائه می‌دهند ویا اصولاً قادر به کار نیستند.

۴- *مقاوم*[۱] *بودن*: این مقاومت در واقع در برابر بسیاری چالش‌های ممکن مطرح می‌شود که روی کیفیت نتایج تاثیر منفی می‌گذارند. اهمیت این مقاومت در واقع بستگی به کاربرد خاصی دارد که قصد پیاده‌سازی الگوریتم را برای آن داریم. به عنوان مثال در بعضی از کاربردهای مطالعاتی، تصویر در شرایط کنترل شده گرفته شده و نیازی به مقاومت در برابر جهت سر و نور نیست و در مثالی دیگر در برخی کاربردهای جهان واقعی تصویر در شرایط کاملاً کنترل نشده‌ای پردازش می‌شود که نیاز به مقاوم بودن الگوریتم دارد.

۱-۵ پایگاه داده تصویر حالات چهره

تحقیق و گسترش در زمینه شناسایی حالات چهره نیز مانند بسیاری از زمینه‌های پردازش تصویر، نیاز به پایگاه داده کامل و جامع دارد. در همین راستا پایگاه داده‌های متنوعی جهت بررسی و مطالعه سیستم‌های تشخیص حالات چهره توسط دانشگاه‌ها و موسسات مختلف فراهم شده‌است. سه مورد از معروف‌ترین پایگاه‌های داده مورد استفاده در حال حاظر که در این تحقیق نیز استفاده شده‌اند، در ادامه مرور می‌شود:

۱- *Cohn-Kanade(CK)*: پایگاه داده‌ای شامل ۴۸۶ رشته تصویر از حالات مختلف ۹۷ نفر که واحدهای حرکت آنها به چهره دستی استخراج شده است[1] . این پایگاه داده در بسیاری از مطالعات انجام شده مورد استفاده قرار گرفته و از جامعیت خوبی بر خوردار است. تصاویر از ترکیب مردان، زنان و افراد رنگین پوست به فرمت سیاه-سفید و از روی دوربین ضبط تصویر نمونه‌برداری شده‌اند. فریم‌های متوالی دوربین فیلم‌برداری با توجه AU و حالت عاطفی شخص کدگذاری شده‌اند. در سال ۲۰۱۰ کتابخانه CK+ با هدف کامل‌تر کردن کتابخانه CK ارائه شد. به طوری که، تعداد رشته تصاویر به ۵۹۳ تصویر از روی ۱۲۳ فرد مختلف افزایش پیدا کرد. کدهای کامل FACS همراه با همه تصاویر ارائه شده، قرار گرفته است. در ادامه چند تصویر نمونه از این پایگاه داده قرار داده شده است.

شکل(۱-۲) چند تصویر نمونه از پایگاه داده CK [1]

[۱] Robust