دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گروه کنترل

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق- کنترل

عنوان

مدلسازی و بررسی دینامیک چهره و کاربرد آن در پیش بینی رفتار

استاد راهنما

دکتر سهراب خان محمدی

استاد مشاور

دکتر محمد علی بادامچی زاده

دانشجو

امین عباسعلی پور

دی ماه ۸۹

به نام خداوند بزرگ و مهربان

منم که شهره شهرم به عشق ورزیدن

تقدیم به پدر و مادر مهربانم

نام خانوادگی : عباسعلی پور نام : امین

عنوان پایان نامه : مدلسازی و بررسی دینامیک چهره و کاربرد آن در پیش بینی رفتار

استاد راهنما : دکتر سهراب خان محمدی استاد مشاور : دکتر محمد علی بادامچی زاده

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد رشته : برق گرایش : کنترل دانشگاه : تبریز

دانشکده : برق و کامپیوتر تاریخ فارغ التحصیلی :۸۹/۱۱/۱۹ تعداد صفحه : ۷۶

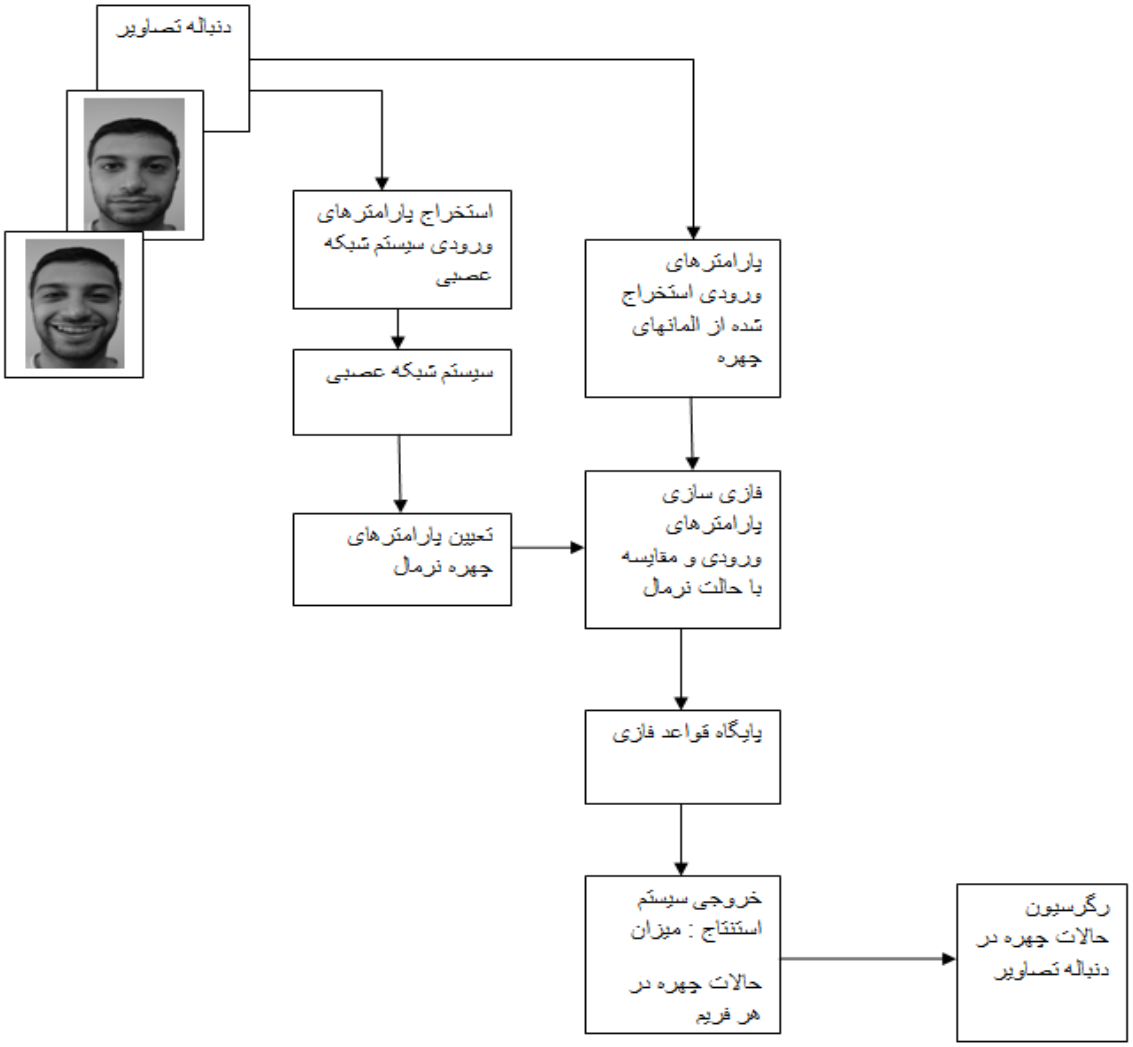
کلید واژه ها : استنتاج فازی، شبکه عصبی، رگرسیون خطی

چکیده : در راستای ایجاد ارتباطی دوستانه با کامپیوتر ها ، لزوم تشخیص حالات انسان توسط کامپیوتر ها امری ضروری است. در این پایان نامه ما با استفاده از روش های هوشمند به امر پرداخته ایم.پیش تر برای استنتاج و تشخیص حالات چهره اطلاعات مربوط به ویژه گی های تصویر از فریم حالت نرمال فرد و حالت فعلی استخراج و با مقایسه این مقادیر حالت فرد با استفاده از روش طبقه بندی و استنتاج تبیین می شد. این امر علاوه بر بار محاسبات بالا به علت نیاز به پارامترهای حالت نرمال فرد سبب میشود این روش ها عملکرد مناسبی در سیستم های کاربردی نداشته باشند.

برای این منظور با استفاده از روش استنتاج فازی، برای المانها ی موثر در نمایش حالات احساسی پایه و همچنین برای هر حالت متغیر هایی در خروجی سیستم استنتاج فازی ممدانی طراحی نمودیم با طرح این مدل علاوه بر تشخیص حالت میتوانیم برای هر یک از حالات چهره یک مقدار فازی بیان نماییم و اطلاعات سطح بالاتری از حالات فرد داشته باشیم .برای تعیین پارامترهای حالت نرمال چهره برای مقایسه و محاسبه میزان تغیر المانها از الگوریتم شبکه های عصبی استفاده می نماییم برای افزایش کارایی سیستم و محاسبه تعداد نرونهای لایه میانی در شبکه عصبی مذکور از یک روش ابتکاری به نحوی که در پایان نامه ذکر خواهد شد استفاده می نماییم و در نهایت برای تخمین حالت های بعدی در چهره از روش رگرسیون خطی

استفاده نمودیم که با استفاده از نتایج بدست آمده در تحلیل فریم ها در یک دنباله تصویر و محاسبه میزان حالات در هر فریم مدل تغییرات حالات فرد را با استفاده از روش رگرسیون خطی مدل کرده و برای تخمین حالت فرد در فریم بعدی استفاده می نماییم .

بلوک دیاگرام اجرای برنامه را در شکل زیر مشاهده می کنیم.



فهرست مطالب

مقدمه ۱

فصل اول - بررسی کارهای انجام شده در زمینه تشخیص حالات چهره ۳

۱ -۱ آنالیز حالتهای چهره ۴

۱-۱-۱ تشخیص چهره ۵

۱-۱-۲ استخراج اطلاعات حالتهای چهره ۵

۱-۱-۳ طبقه بندی حالت های چهره ۶

۱ -۲ ویژگی های یک سیستم آنالیز خودکار حالت های چهره ۷

۱ -۳ تقسیم سیستم های آنالیز حالت های چهره ۷

۱-۳-۱ آنالیز تصاویر چهره ثابت و متغیر ۷

۱-۳-۲ روش های مبتنی بر داوری و مبتنی بر علامت ۸

۱-۳-۲-۱ روش های مبتنی بر داوری ۸

۱-۳-۲-۲ روش ها مبتنی بر علامت ۱۱

۱ -۴ تصویر برداری چهره ۱۴

۱-۵ استخراج ویژگی های حالت های چهره ۱۶

۱-۵-۱ روش های محلی و کل نگرانه ۱۶
۱-۵-۲ روش های مبتنی بر تغییر فرم و مبتنی بر حرکت ۱۷
۱-۵-۳ روش های مبتنی بر تصویر و مبتنی بر مدل ۱۸
۱-۶ استخراج تغییر فرم ۱۸
۱-۶-۱ روش های کل نگرانه مبتنی بر تصویر ۱۹
۱-۶-۲ روش های محلی مبتنی بر تصویر ۲۰
۱-۶-۳ روش های استخراج تغییر فرم مبتنی بر مدل ۲۰
۱-۷ طبقه بندی کننده حالتهای چهره ۲۴
۱-۷-۱ طبقه بندی کننده با شبکه عصبی ۲۴
۱-۷-۲ طبقه بندی کننده با منطق فازی ۲۶
۱-۷-۳ الگوریتم طبقه بندی خودکار حالت های چهره مبتنی بر علامت ۲۸
فصل دوم- مواد و روش ها ۳۱
۲-۱ بررسی سیستم استنتاج فازی در تعیین حالات چهره ۳۱
۲-۲ تعیین پارامترهای ورودی در سیستم استنتاج فازی ۳۲
۲-۲-۱ نرمالایز کردن پارامترهای ورودی ۳۲

۲-۲-۲ استخراج پارامترهای ورودی ۳۳

۲-۳ محاسبه ی پارامترهای چهره ی نرمال بوسیله ی شبکه عصبی ۴۱

۲-۳-۱ تعیین پارامترهای عرضی چهره نرمال بوسیله شبکه عصبی ۴۲

۲-۳-۲ تعیین پارامترهای طولی چهره نرمال بوسیله شبکه عصبی ۴۳

۲-۴ رگرسیون ۴۴

فصل سوم- شبیه سازی ونتایج ۴۸

۳-۱ استخراج پارامترهای مورد نظر از تصویر ۴۸

۳-۲ بررسی خروجی های سیستم تخمین گر پارامترهای حالت نرمال و خطای سیستم ۵۰

۳-۲ طراحی سیستم استنتاج فازی ۵۵

۳-۲-۱ سیستم استنتاج نیمه پایینی صورت ۵۵

۳-۲-۲ سیستم استنتاج نیمه بالایی صورت ۵۸

۳-۳ تخمین حالت با استفاده از رگرسیون ۶۴

فصل چهارم - نتیجه گیری و پیشنهادات ۶۹

منابع ۷۲

فهرست جداول

جدول ۱-۱- تعریف حالتهای اساسی پایه ۹

جدول ۱-۲ تعدادی از کد هایAU ۱۲

جدول ۳-۱ نقاط تعیین شده در تصاویر ۵۱

جدول ۳-۲ جدول پارامترها و نتایج سیستم شبکه عصبی ۵۴

جدول ۳-۳ جدول پایگاه قواعد سیستم استنتاج نیمه بالایی صورت ۶۲

جدول ۳-۴ جدول پایگاه قواعد سیستم استنتاج نیمه پایینی صورت ۶۲

جدول ۳-۵ نتایج سیستم استنتاج فازی برای ۵ نمونه تصویر برای حالات گوناگون ۶۳

جدول ۳-۶ میزان کارایی سیستم برای ۱۰۰ فریم تصویر شامل ۲۰ فریم برای هر حالت ۶۳

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱ آشکارسازی ویژگی های گذرای چهره ۱۱

شکل ۱-۲ سیستم آنالیز حالتهای چهره ۱۴

شکل ۱-۳ حذف حرکات سر در مرحله تصویر برداری ۱۵

شکل ۱-۴ استخراج ویژگی ها با موجک گابور : ۱۹

الف- حالت های چهره ورودی

ب- کانولوش تصویر ورودی با هسته موجک گابور در یک مقیاس و چهار جهت مختلف

شکل ۱-۵ نمایش ویژگی ها چهره با استفاده از ASM . ۲۱

الف – نقاط انتخاب شده به صورت دستی برای به دست آوردن PDM .

ب- الگوهای به دست آمده PDM.

شکل ۱-۶ گراف های علامت دار برای تعیین چهره و ویژگی های آن ۲۲

شکل ۱-۷ نقاط ویژگی چهره ۲۳

شکل ۱-۸ نقاط ویژگی انتخاب شده در تصاویر چهره روبرو و نیمرخ ۲۳

شکل ۱-۹ ساختار شبکه عصبی RBF ۲۴

شکل۱-۱۰ بلوک دیاگرام سیستم استنتاج فازی ۲۷

شکل ۲-۱ میزان تاثیر تقعر لب ها در حالات مختلف ۳۴

شکل۲-۲ میزان تاثیر عرض دهان در حالات مختلف ۳۶

شکل۲-۳ میزان تاثیر باز بودن دهان در حالات مختلف ۳۷

شکل۲-۴ میزان تاثیر باز بودن چشم در حالات مختلف ۳۸

شکل۲-۵ میزان تاثیر بالا رفتن ابروها در حالات مختلف ۳۹

شکل ۲-۶ میزان تاثیر طول پیشانی در حالات مختلف ۴۱

شکل ۳-۱ الف- نمودار تصویر در راستای محور های XوY ۴۸

شکل ۳-۱ ب- نمودار تصویر در راستای محور Z ۴۹

شکل ۳-۲ شکل تصویر بعد از حذف رنگ از تصویر ۴۹

شکل ۳-۳ نقاط استفاده شده در سیستم های شبکه عصبی و استنتاج ۵۱

شکل۳-۴ الف-منحنی میزان کارایی سیستم شبکه عصبی پارامترهای عمودی ۵۲

ب- منحنی میزان کارایی سیستم شبکه عصبی پارامترهای افقی

شکل۳-۵ الف منحنی میزان خطا برای تعداد لایه میانی مختلف شبکه عصبی پارامترهای افقی ۵۳

ب-منحنی میزان خطا برای تعداد لایه میانی مختلف شبکه عصبی پارامترهای عمودی

شکل ۳-۶ توابع عضویت متغیر میزان باز بودن دهان ۵۵

شکل ۳-۷ توابع عضویت متغیر عرض دهان ۵۶

شکل ۳-۸ الف زاویه تقعر لب بالا-ب زاویه تقعر لب پایین ۵۷

شکل ۳-۹ توابع عضوبت متغیر های خروجی ۵۷

شکل ۳-۱۰ توابع عضویت متغیر باز بودن چشم ۵۹

شکل ۳-۱۱ توابع عضویت متغیر زاویه داخلی ابروها ۵۹

شکل۳-۱۲ توابع عضویت متغیر میزان بالا رفتن ابروها ۶۰

شکل ۳-۱۳ توابع عضویت متغیر فاصله داخلی ابروها ۶۱

شکل ۳-۱۴ توابع عضویت متغیر طول پیشانی ۶۱

شکل ۳-۱۴ نمودار رگرسیون مربوط حالت شادی برای ۱۴ فریم تصویر ۶۴

شکل ۳-۱۵ نمودار رگرسیون مربوط حالت غم برای ۱۶ فریم تصویر ۶۵

شکل ۳-۱۶ نمودار رگرسیون مربوط حالت تعجب برای ۱۶ فریم تصویر ۶۶

شکل ۳-۱۷ نمودار رگرسیون مربوط حالت خشم برای ۱۵ فریم تصویر ۶۶

شکل ۳-۱۸ نمودار رگرسیون مربوط حالت ترس برای ۱۴ فریم تصویر ۶۷

شکل ۳-۱۹ بلوک دیاگرام اجرای پروژه ۶۸

مقدمه

در عصری که در اذهان به عصر ارتباطات معروف می باشد و با افزایش نقش کامپیوترها و تجهیزات الکترونیکی در زندگی بشر، این امید وجود دارد که کامپیوتر ها علاوه بر انجام وظایف محوله ، ارتباط دوستانه ای با انسان داشته باشند، این امر مستلزم آن است که کامپیوتر ها قادر به تشخیص احساسات انسان باشند تا با توجه به حالات روحی، احساسی کاربر خود بتوانند ارتباط مناسبی برقرار کنند. در این میان با توجه به اینکه در جامعه بشری زبان حالت چهره در ابراز احساسات و حالات روحی به عنوان امری پذیرفته شده می باشد، تحقیقات فراوانی در زمینه جامعه شناسی، روانشناسی و اخیراً بینایی ماشین روی چهره و حالت های آن صورت گرفته است. در راستای چنین تحقیقاتی با پیشرفت روزافزون دانش بشر و بالطبع ایجاد نیازهای نوین، کاربرد های متنوعی برای این زمینه تحقیقات ایجاد شده است که می توان به استفاده آن در ساختارهای امنیتی در مراکز پر جمعیت شهری اشاره کرد.

بروز حالات روحی در چهره انسان ناشی از حرکات عضلات چهره است که مبنای تعیین نوع و میزان تغییرات در هر بخش از صورت نحوه حرکت عضلات مربوط به همان بخش می باشد. اطلاعات مربوط به چهره به چهار دسته تقسیم بندی می شوند که در ادامه به آنها اشاره شده است؛

دسته اول عبارتند از ویژگیهای دائمی چهره مانند ساختار استخوانی و بافت آن که ظاهر چهره را تشکیل می دهند. دسته دوم عبارتند از ویژگیهایی که به مرور زمان به طور آهسته در ظاهر چهره ایجاد می شوند مانند چین و چروک چهره. دسته سوم عبارتند از ویژگیهای خارجی چهره مانند ریش در آقایان ، آرایش ، عینک و ... . دسته چهارم عبارتند از ویژگیهایی که ناشی از حرکت ماهیچه های صورت است.

برای تشخیص حالات چهره ابتدا می بایست صورت در هر فریم تصویر مشخص شود که برای این منظور در مهندسی پردازش تصویر روشهای گوناگونی طرح شده که ما از بیان آن بواسطه حجم بحث

اصلی صرفنظر می کنیم. فرض می شود که فریم های برداشت شده از کادر صورت می باشند. با توجه به اینکه شدت نوردهی و جهت آن تاثیر مستقیمی در اطلاعات عکس می گذارند، فرض می کنیم نوردهی در عکس برداری مستقیم و از روبرو می باشد. ویژگیهای مصنوعی صورت نیز منجر می شوند که اطلاعات تصویر تغییر یافته یا دسترسی به نقاط موثر در تشخیص حالات چهره مقدور نباشد. بدین منظور فرض می شود که افراد مورد آزمایش دارای هیچ گونه آرایش نباشند و همچنین فرض شده است که قرص صورت فرد با مو پوشیده شده نباشد(ریش، سبیل، موی روی پیشانی) همچنین فرض شده است که فرد دارای هیچگونه ضایعه در اعضای صورت نمی باشد.

در این راستا در فصل اول به بررسی کارهای انجام شده در زمینه ی تشخیص حالت و در ادامه در فصل دوم به بررسی روش پیشنهاد شده در این پایان نامه خواهیم پرداخت. در این فصل نحوه بدست آوردن پارامترهای چهره نرمال، طبقه بندی و تشخیص حالت و در نهایت روشی برای تحقیق حالت بعدی فرد معرفی می شوند. در فصل سوم به شبیه سازی در فضای نرم افزار MATLAB و نتایج بدست آمده برای نمونه های مورد آزمایش می پردازیم و در نهایت در فصل چهارم به جمع بندی و ارائه پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی خواهیم پرداخت.

بررسی کارهای انجام شده در زمینه

تشخیص حالات چهره

فصل اول - بررسی کارهای انجام شده در زمینه تشخیص حالات چهره

در زمینه آنالیز و سنتز حالات چهره کارهای زیادی انجام گرفته که در این قسمت به دسته بندی آنها می پردازیم . نظر به اهمیت مرحله آنالیز ، اغلب کارها و تحقیقات انجام گرفته روی مرحله آنالیز و تشخیص حالت ها متمرکز است .

در این فصل از پایان نامه نیز تمرکز روی سیستم آنالیز بوده و ابتدا دو الگوریتم خودکار و نیمه خودکار برای طبقه بندی حالت های چهره به حالت های احساسی پایه و نیز کد کردن آنها ارائه می گردد.

۱-۱ آنالیز حالتهای چهره

تحقیقات در زمینه آنالیز حالتهای چهره از دهه ۱۹۹۰ شروع شده است. در اینجا بررسی جامعی روی تمام کارهای نام گرفته در گذشته روی هر یک از مسائل فوق صورت نمی گیرد، بلکه به صورت انتخابی روی سیستم هایی که اخیرا توسعه یافته اند بحث خواهد شد .

در حالت کلی سه مرحله برای سیستم تشخیص اتوماتیک حالتهای چهره می توان متصور شد[۱۰] . اولین مرحله این است که ابتدا چهره باید در صحنه ، آشکار و تشخیص داده شود . مرحله بعد استفاده از مکانیسمی برای استخراج اطلاعات مربوط به حالتهای چهره از تصویر یا دنباله ای از تصاویر برداشته شده است . آخرین مرحله طبقه بندی حالتهای چهره و طراحی روشی برای طبقه بندی آنها بر اساس اطلاعات استخراج شده است .این سه مرحله در بخش های بعدی شرح داده شده است.

۱-۱-۱ تشخیص چهره

به طور معمول در سیستم های تشخیص اتوماتیک حالتهای چهره ، تصویر چهره از روبه رو برداشته می شود . تعیین محل دقیق چهره در تصاویر دیجیتالی شده مشکل و پیچیده است . مقیاس و جهت چهره ممکن است از تصویری به تصویر دیگر متفاوت باشد. بنابراین نمی توان از یک الگوی ثابت برای آشکارسازی چهره استفاده نمود. وجود نویز نیز بر پیچیدگی مسئله می افزاید . این در حالی است که انسان به راحتی و بدون تلاش زیاد در شرایط مختلف و تحت شرایط مناسب نوردهی و از فواصل دور ، قادر به تشخیص چهره است. روش مورد استفاده برای تشخیص چهره بایستی قادر باشد در شرایط مختلف این تشخیص را انجام دهد.

هدف از این پایان نامه آنالیز حالت های چهره بوده و روی مراحل استخراج داده و طبقه بندی حالتهای چهره تمرکز دارد . از این رو مرحله آشکارسازی چهره با در نظر گرفتن چهار نقطه مرزی چهره (بالا ، پایین ، چپ ، راست) به نحوی که اطلاعات مربوط به طول و عرض ناحیه چهره قابل استخراج باشند ، حذف گردیده است. با استفاده از این اطلاعات ، محل تقریبی ویژگی های چهره مانند دهان، چشم ها و ابروها مشخص شده و با ارائه الگوریتم هایی محل دقیق و نقاط ویژگی ها هر ناحیه آشکار می گردد.

۱-۱-۲ استخراج اطلاعات حالتهای چهره

بعد از تشخیص ناحیه چهره در صحنه ، قدم بعدی استخراج اتوماتیک اطلاعات مربوط به حالتهای چهره است . نوع تصاویر ورودی و نمایش چهره ، در تعیین روش استخراج اطلاعات فوق موثر است. یکی از مسائل اساسی در آنالیز حالتهای چهره نمایش اطلاعات تصویری است که یک چهره مورد آزامش ارائه می دهد . تحقیقات نشان می دهد که خواص دیداری چهره ، با مد نظر داشتن اطلاعات مربوط به حالت مورد نمایش ، با توصیف حرکت نقاط متعلق به ویژگی های چهره (ابروها ، چشمها و دهان) و سپس با تحلیل روابط بین حرکات آنها به وضوح قابل بیان است . این دیدگاه بسیاری از

تحقیقات را از حالت مبتنی بر دید به سمت مبتنی بر نقاط سوق می دهد . تحقیقات بسیاری انجام شده اند که در آنها چهره به عنوان مجموعه ای از نقاط چهره مدل سازی شده است[۱۱].

علاوه بر مدل فوق ، مدل های دیگری نیز برای چهره تعریف شده و مورد استفاده قرار گرفته اند. با صرف نظر از نوع مدل چهره استفاده شده ، روش های مورد استفاده بایستی بدون از دست دادن اطلاعات مربوط به حالتهای نمایش داده شده ، این حالتها را استخراج نمایند برخی عوامل این مسئله را دچار مشکل می کند . اولین مساله وجود موی صورت ، عینک و عوامل مزاحم مشابه است که ویژگی های چهره را ناواضح می کنند . مشکل دیگر تغییرات در مقیاس و جهت چهره در تصاویر ورودی است. این مساله جست و جو برای یک الگوی ثابت را غیر ممکن می سازد . در نهایت نویز همیشه در تصاویر وجود داشته و عامل مزاحم محسوب می گردد.

۱-۱-۳ طبقه بندی حالت های چهره

بعد از مشخص نمودن ناحیه چهره قدم بعدی در سیستم آنالیز اتوماتیک ، تشخیص حالات چهرهٔ مورد نظر است . یکی از مسائل اساسی در طبقه بندی حالتهای چهره ، تعیین نوع طبقه بندی می باشد . این طبقه بندی می تواند به عکس العمل های چهره مانند بالا رفتن ابروها انجام گیرد یا به الگوهای مشخص مانند خوشحالی و ناراحتی صورت گیرد . دو نوع طبقه بندی فوق که روش های مبتنی بر علامت و مبتنی بر داوری نامیده می شوند در ادامه بررسی می شوند.

گرچه انسان قابلیت بالایی در تشخیص چهره دارد ولی این مساله در مورد تشخیص حالتهای چهره همیشه صادق نیست . اغلب تشخیص ماهیت صحیح حالتی که چهره یک شخص نشان می دهد، کار مشکلی است.

۱-۲ ویژگی های یک سیستم آنالیز خودکار حالت های چهره

می توان خصوصیات زیر را برای یک سیستم ایده آل آنالیز خودکار حالتهای چهره در نظر گرفت[۱۰] :

- تصویر برداری خودکار چهره
- استفاده از افراد در سنین مختلف و نژادهای مختلف
- در نظر گرفتن شرایط مختلف نوردهی
- در نظر گرفتن مواردی که قسمتی از چهره پوشیده باشد
- عدم استفاده از آرایش و نشانگر در چهره
- در نظر گرفتن حرکات سر
- تشخیص خودکار ناحیه چهره
- استخراج خودکار داده های حالت های چهره
- طبقه بندی خودکار حالت های چهره
- تشخیص تمام حالت های ممکن چهره
- پردازش در زمان واقعی

هیچکدام از سیستم های آنالیز خودکار حالتهای چهره که تا به حال ارائه شده نتوانسته اند تمام خصوصیات فوق را برآورده سازند .

۱-۳ تقسیم سیستم های آنالیز حالت های چهره

تقسیم بندی های مختلفی برای کارهای انجام گرفته در زمینه آنالیز حالت های چهره وجود دارد.

۱-۳-۱- آنالیز تصاویر چهره ثابت و متغیر

بر اساس نوع تصاویر ورودی ، می توان کارهای انجام گرفته را به دو دسته تقسیم کرد :

- آنالیز روی تصاویر چهره ثابت

- آنالیز روی تصاویر چهره متحرک

نظر به دقت بالاتر آنالیز تصاویر چهره متحرک ، اغلب کارهای اخیر در این زمینه متمرکز است . اغلب سیستم های آنالیز ارائه شده یا فقط روی تصاویر ثابت و یا فقط روی تصاویر متحرک عمل می کنند . با این وجود یک سیستم ایده آل بایستی قادر به آنالیز هر دو حالت باشد.

سیستم آنالیز ارائه شده در این پایان نامه قادر به آنالیز هر دو حالت تصاویر چهره ثابت و متغیر است .

۱-۳-۲- روش های مبتنی بر داوری و مبتنی بر علامت

۱-۳-۲-۱- روش های مبتنی بر داوری

هدف روش های مبتنی بر داوری ، طبقه بندی تصاویر ورودی به یکی از حالتهای احساسی چهره است بسیاری از سیستم های آنالیز خودکار حالت های چهره موجود ، تلاش برای طبقه بندی تصاویر ورودی به یکی از حالتهای احساسی پایه دارند [۱۲،۱۳و۱۴]. این حالتهای احساسی پایه توسط Ekman و Friesen معرفی شده است[۱۵] . به نظر می رسد حالتهای احساسی پایه ، تعریف یکسانی در جوامع و نژادهای مختلف دارند. جدول (۱-۱) ، تعریف این حالتهای احساسی و تغییرات صورت گرفته روی چهره را نشان می دهند .

با توجه به محتوای جدول (۱-۱) میتوان دو نوع ویژگی چهره را برای حالتهای چهره تعریف کرد :

۱-ویژگی های دایمی چهره

این ویژگی ها به طور دائم روی چهره وجود داشته و هنگام نمایش حالتهای چهره تغییر فرم می دهند مهمترین این ویژگی ها چشم ها ابروها و دهان هستند .